No 94

ACADEMIE de PARIS
UNIVERSITE RENE DESCARTES

FACULTE DE MEDECINE PARIS-OUEST

Année 1975 N°

THESE

pour le

DOCTORAT en MEDECINE

(diplôme d'Etat)

PAR

Thierry JUDET

né le 8 février 1948 à Ville d'Avray (92)

Présentée et soutenue publiquement le
le 7 Octobre 1975

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE OSTEOARTICULAIRE DE L'ARRIERE PIED, LEURS CONSEQUENCES DANS L'ETUDE ET LE TRAITEMENT DES VICES ARCHITECTURAUX DU PIED

Président : Monsieur Robert JUDET, Professeur

Le Doyen,	Le Président de thèse,	Vu et permis d'imprimer Le Président de l'Université
M. le Professeur BETOURNE	M. le Professeur Robert JUDET	M. J. FREZAL

ACADEMIE de PARIS
UNIVERSITE RENE DESCARTES

FACULTE DE MEDECINE PARIS-OUEST

Année 1975 N°

THESE

pour le

DOCTORAT en MEDECINE

(diplôme d'Etat)

PAR

Thierry JUDET

né le 8 février 1948 à Ville d'Avray (92)

Présentée et soutenue publiquement le
le 7 Octobre 1975

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE OSTEOARTICULAIRE DE L'ARRIERE PIED, LEURS CONSEQUENCES DANS L' ETUDE ET LE TRAITEMENT DES VICES ARCHITECTURAUX DU PIED

Président : Monsieur Robert JUDET, Professeur

Le Doyen,	Le Président de thèse,	Vu et permis d'imprimer Le Président de l'Université
M. le Professeur BETOURNE	M. le Professeur Robert JUDET	M. J. FREZAL

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A ma femme

A mon fils

A toute ma famille

A mon père

Monsieur le Professeur Robert JUDET
qui a bien voulu présider cette thèse
il a toute mon admiration filiale

A mon oncle

Monsieur le Professeur Jean JUDET
sa grande connaissance de l'orthopédie infantile
et son extraordinaire imagination ont donné
naissance au sujet de cette thèse

A Monsieur le Professeur Agrégé Jacques DUPARC

qu'il retrouve ici un peu de l'esprit de rigueur et de méthode qu'il a tenté de m'inculquer en un an passé auprès de lui

A Monsieur le Professeur Agrégé Emile LETOURNEL

il a bien voulu me recevoir au C.M.C. de la Porte de Choisy et m'enseigner un peu de son savoir chirurgical

A mes maîtres d'Internat

Monsieur le Docteur THOYER-ROZAT

Monsieur le Docteur DUHAMEL

Monsieur le Professeur Agrégé E. LETOURNEL

Monsieur le Professeur POILLEUX

Monsieur le Professeur Agrégé D. GUILMET

Monsieur le Professeur Agrégé J. DUPARC

Monsieur le Professeur R. JUDET

A mes maitres d'Externat

Monsieur le Docteur DETRIE

Monsieur le Professeur Agrégé M. GOULON

Monsieur le Professeur TRICOT

Monsieur le Docteur R. ISRAEL-ASSELAIN

Monsieur le Professeur Agrégé P. MASSIAS

Monsieur le Professeur F. DELBARRE

Monsieur le Professeur Agrégé V. BISMUTH

A mes conférenciers d'Internat

Monsieur le Docteur J.C. HESSE

Monsieur le Professeur Agrégé J.P. CLOT

A Monsieur le Professeur Agrégé Jean Claude POULIQUEN

qui m'a guidé tout au long de ce travail.

il partage mon amitié avec

le Docteur Jacques BENEUX

le Docteur Arnaud LARGIER

le Docteur Gérard SAILLANT

que je remercie pour l'importante contribution qu'ils m'ont apportée dans la révision des dossiers de l'Hôpital Raymond Poincaré et de la Clinique Jouvenet.

A tous les chirurgiens des services d'Orthopédie et de Traumatologie
de l'Hôpital Raymond Poincaré
et de l'Hôpital Bichat.

Leur amitié et leurs conseils m'ont guidé dans mon Internat.

"Le centre, point ou axe immobile, étant interne, toute la masse externe du calcanéum se déplace sensiblement. Or, en se portant en avant, la grande apophyse et la partie externe du calcanéum sont obligées de subir l'abaissement que leur impose la surface articulaire inclinée qui les surmonte, obligée elle-même de glisser en bas et en avant sous la surface également inclinée mais immobile de l'astragale. De sorte que le calcanéum dirige son apophyse cuboïdienne en dedans comme un bateau qui vire ; incline sa face externe en bas, comme un bateau qui roule."

L.H. FARABEUF

La revue de la littérature concernant la pathologie congénitale et acquise de l'arrière-pied frappe le lecteur par la multiplicité des conceptions tant au stade de l'analyse des lésions qu'à celui de leur thérapeutique.

Il semble même parfois que l'absence de conception pathogénique ait entraîné des gestes chirurgicaux incomplets, inadaptés et parfois néfastes. Aussi le but de cette thèse est-il de préciser le fonctionnement des articulations de l'arrière-pied et à partir de ces bases théoriques, d'étudier les résultats thérapeutiques qui en découlent, en nous appuyant sur les séries de l'hôpital de GARCHES et de la Clinique JOUVENET.

La première partie de ce travail est une étude anatomique et physiologique du couple articulaire de l'arrière-pied.

Le premier chapitre est un travail de géométrie articulaire : examen des surfaces de glissement et des mouvements qu'elles permettent c'est-à-dire une étude précise du jeu articulé.

Dans le deuxième chapitre, nous déterminerons les limites et les intrications de ces mouvements au niveau des diverses articulations de l'arrière-pied. Ce chapitre est dominé par l'étude du rôle des ligaments du tarse postérieur.

Dans le troisième chapitre, nous rechercherons en fonction de ces facteurs ostéoarticulaires, le rôle exact de tous les muscles ayant une action sur l'arrière-pied, qu'elle soit prédominante ou annexe.

De ces données anatomiques et physiologiques vont découler des conséquences cliniques : ce sera la deuxième partie de ce travail.

Elle vise à rattacher à un dénominateur commun, le jeu des articulations sous-astragaliennes, la plupart des malpositions et malformations congénitales ou acquises des os de l'arrière-pied.

De cette unité de conception découle une attitude thérapeutique : l'utilisation systématique des possibilités de la physiologie articulaire dans le traitement de ces malpositions et malformations.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE 1 : LE JEU ARTICULE OU GEOMETRIE DE LA SOUS-ASTRAGALIENNE

Nous avons, pour la mise au point de ce chapitre, réalisé en 3 temps, un travail anatomique sur pièces cadavériques :

- premier temps d'examen direct des surfaces
- deuxième temps d'examen radiologique
- troisième temps d'étude angulaire sur pièces articulaires souples.

L'étude morphologique des surfaces articulaires nous apporte des renseignements du plus haut intérêt (fig.1). Nous ne reprendrons pas les descriptions des auteurs classiques qui parlent :

- d'une surface articulaire antérieure concave vers le haut, en une ou deux facettes ;
- d'une surface postérieure inversée dans sa courbure que ROUVIERE décrit comme un"segment de cylindre", FARABEUF comme "une trochlée conique comme on en pourrait tailler dans un cor de chasse".

Mais nous insisterons sur quelques points extrêmement précis dont l'importance nous a paru capitale dans la compréhension des mouvements de l'articulation sous-astragalienne.

1°) Sur des pièces où l'astragale a été réduit à une mince lamelle osseuse portant ses surfaces articulaires antérieure et postérieure, nous avons pratiqué des fenêtres dans ces surfaces.
Ces fenêtres permettaient de suivre les contacts des cartilages calcanéens avec les cartilages astragaliens. Il a dès lors été possible de constater que lors de la mobilisation du calcanéum sous ce qui restait d'astragale, jamais n'apparaissait d'espace entre les surfaces articulaires.
Donc première orientation vers la recherche d'un mécanisme congruent.

Figure 1 : Les surfaces articulaires de la face inférieure de l'astragale et de la face supérieure du calcanéum, sont de courbures opposées et s'emboîtent l'une dans l'autre.

2°) Des coupes étagées parallèlement à un plan oblique regardant en avant, en haut et un peu en dedans, ont permis d'observer 4 faits (Fig.2)

a) chaque coupe ostéocartilagineuse du thalamus selon le plan précisé s'inscrit dans un cercle pratiquement parfait (l'approximation venant dans les cas où elle a été notée, probablement d'une imprécision dans le choix du plan de section que nous cherchions à obtenir perpendiculaire à l'axe de Henke, nous le reverrons) (fig.3).

b) les coupes aux mêmes niveaux (les deux os étant solidarisés) de la surface sous-astragalienne postérieure s'inscrivent à la périphérie du même cercle.

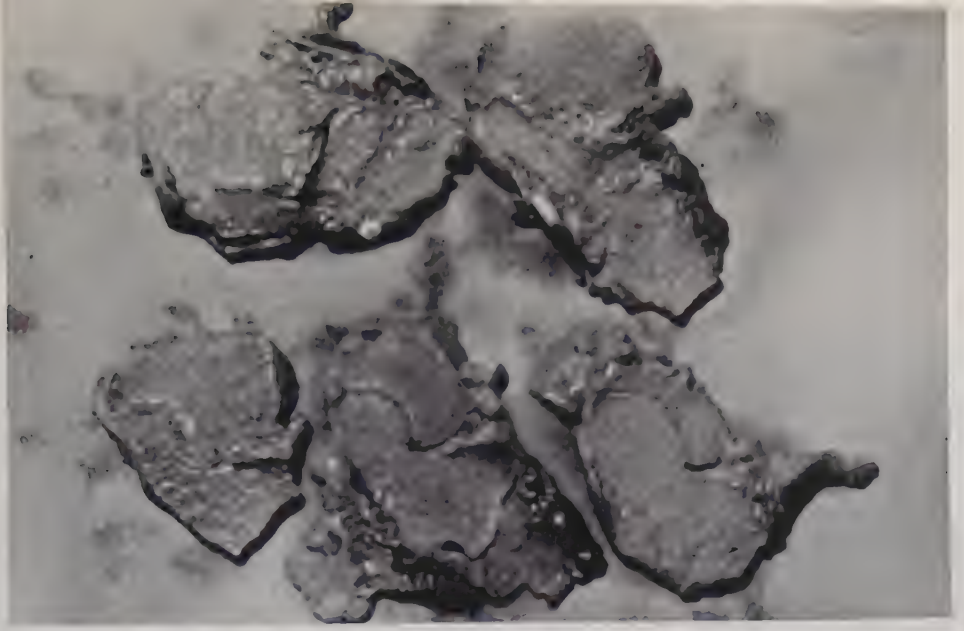
c) Au niveau des surfaces articulaires de la sous-astragalienne antérieure, nous avons observé le même fait : des surfaces cartilagineuses se correspondant et s'inscrivant dans un cercle.

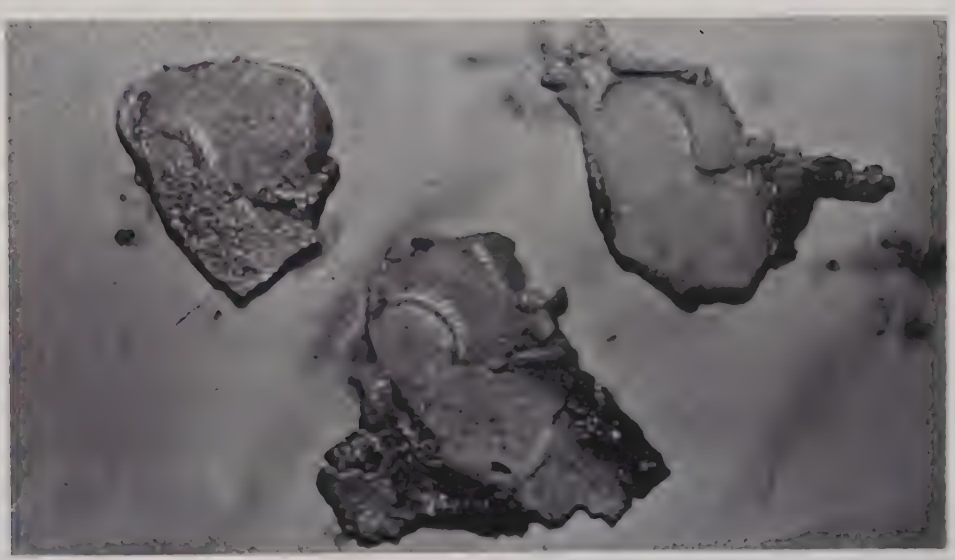
d) Le rayon de courbure de la sous-astragalienne postérieure est d'autant plus grand que le plan de coupe est plus postéro-externe. Un fait analogue n'a pas pu être noté au niveau de la sous-astragalienne antérieure du fait probablement de la brièveté dans le sens antéro-postérieur de cette zone articulaire. Ceci fait que chaque coupe n'intéresse qu'un très bref secteur d'arc.

De cette série d'observations, nous pouvons conclure que nous sommes en présence de deux surfaces de révolution dont les axes de rotation sont parallèles.

De la possibilité de mouvements congruents, nous pouvons affirmer que ces deux axes de rotation sont confondus en un seul et unique axe : c'est ce qu'il est convenu traditionnellement d'appeler Axe de Henke.

Il faut noter que des coupes ostéoarticulaires faites parallèlement à cet axe, c'est-à-dire perpendiculairement au premier plan de coupe utilisé, ont montré un thalamus indifféremment convexe, plan ou concave, et alors conforme à la description de FARABEUF (fig.3).





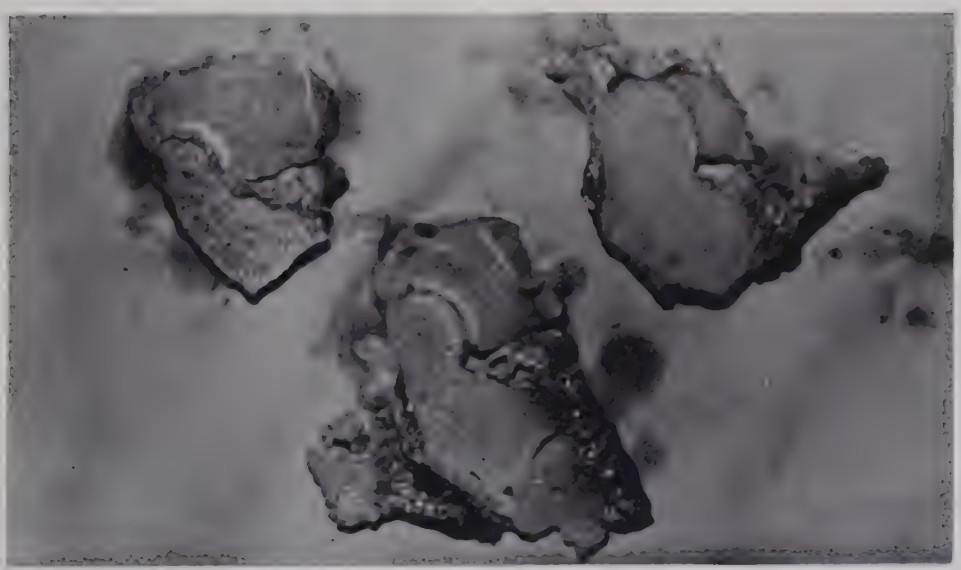
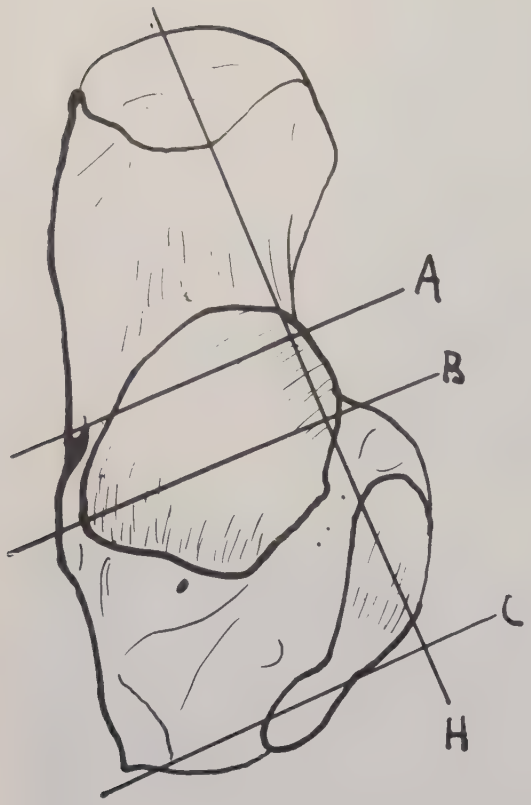
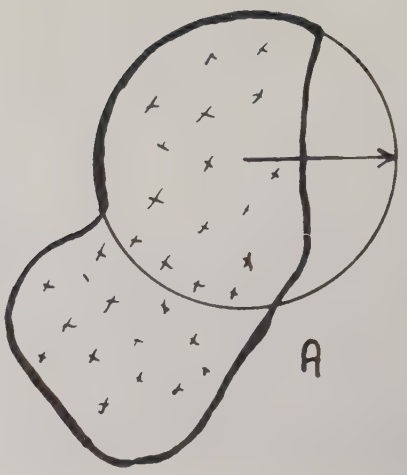


Figure 2 : Photos de coupes étagées de la sous-astragalienne selon un plan perpendiculaire à l'axe de Henke ;
photo n°1 : 5 coupes de l'arrière du thalamus à l'avant de la sous-astragalienne antérieure.
photo n°2 : la sous-astragalienne postérieure en éversion
photo n°3 : la sous-astragalienne postérieure en inversion.





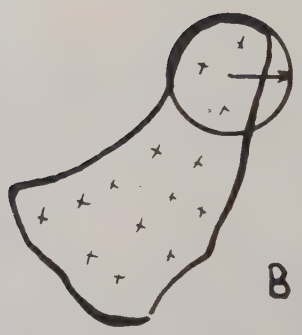


Figure 3 : Les coupes A, B, et C perpendiculaires à l'axe de Henke montrent que les articulations sous-astragaliennes s'inscrivent dans des cercles parfaits. Le rayon du thalamus décroît d'arrière en avant.

La coupe H verticale passant par l'axe de Henke montre des profils articulaires variables.

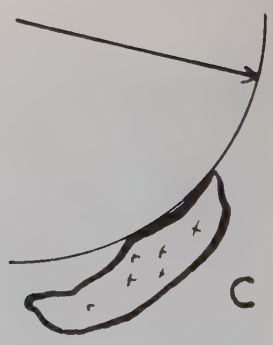


Figure 4 : Arthrographie sous-astragalienne de pièces cadavériques. Clichés de profil oblique et rétrotibial en varus et en valgus : on ne note pas de baillement articulaire

Au niveau de l'articulation antérieure, l'aspect est plutôt concave. Mais ce dernier élément n'a qu'une valeur iconographique et n'influe en rien sur le jeu du calcanéum sous l'astragale à partir du moment où l'on est en présence de surfaces de révolution dont l'axe est déterminé.

L'ETUDE RADIOLOGIQUE

faite préalablement sur ces mêmes arrière-pieds disséqués ayant conservé leur appareil capsulo-ligamentaire, nous avait déjà permis d'affirmer la congruence.

Nous avons réalisé des arthrographies en position de valgus et de varus forcé et selon les incidences :

. de profil oblique, analogue à l'Anthonsen
. et rétrotibiales.

Les clichés ont montré (fig.4) :

- des images d'interligne linéaire sur tous les pieds étudiés quelle que soit la position de la sous-astragalienne.
- Seul apparaît un baillement postérieur de la sous-astragalienne postérieure en position de varus forcé dépassant les limites physiologiques telles qu'on peut les mettre en évidence sur la radiographie en inversion du pied d'un individu normal.

Cette limite est représentée par un débord postérieur maxima de 1mm de la sous-astra postérieure sur le thalamus.

Nous nous sommes étendus dans ces paragraphes, sur un point qui nous paraît fondamental :

C'est le fait que la sous-astragalienne, articulation portante, ne peut être et n'est qu'une articulation congruente. Il n'y a aucun "jeu" articulaire et la complexité de ses mouvements ne doit pas être cherchée dans l'approximation des rapports astragale-calcanéum.
Cette approximation, que certains ont cru indispensable,

- d'une part est difficilement concevable dans l'économie articulaire du membre inférieur portant ;

- d'autre part, est inutile quand on considère la forme des surfaces articulaires en présence.

La surface postérieure, thalamique, a la forme d'un segment de tronc de cône dont l'axe, oblique en haut, en avant et en dedans, est commun avec celui de la sous-astragalienne antérieure, également surface de révolution que l'on peut, par approximation (ce qui n'a d'ailleurs aucune importance si ce n'est graphique et didactique) assimiler à un segment de tronc de cône opposé par son sommet au cône thalamique (fig. 5, 6, 7).

Ainsi voit-on déjà s'esquisser sous l'astragale, les mouvements du calcanéum, guidé autour d'un axe de rotation par ses surfaces de révolution qui sont :

- au-dessus, en dehors et en avant de l'axe : le thalamus
- au-dessous de l'axe, la sous-astragalienne antérieure.

Tout mouvement de l'une s'associe à un mouvement proportionnel de l'autre. A un mouvement de descente en bas, en avant et en dehors du thalamus correspond automatiquement une translation interne de la surface articulaire antérieure.

En effet, les mouvements du calcanéum sont des mouvements de rotation autour d'un axe oblique dans les 3 plans de l'espace. Les méthodes d'examen nous permettent d'étudier la projection orthogonale de ces mouvements sur les 3 plans de référence, frontal, sagittal et horizontal. Ceci va nous permettre de chiffrer,

- d'une part, des déplacements angulaires de l'ensemble du massif osseux calcanéen ;

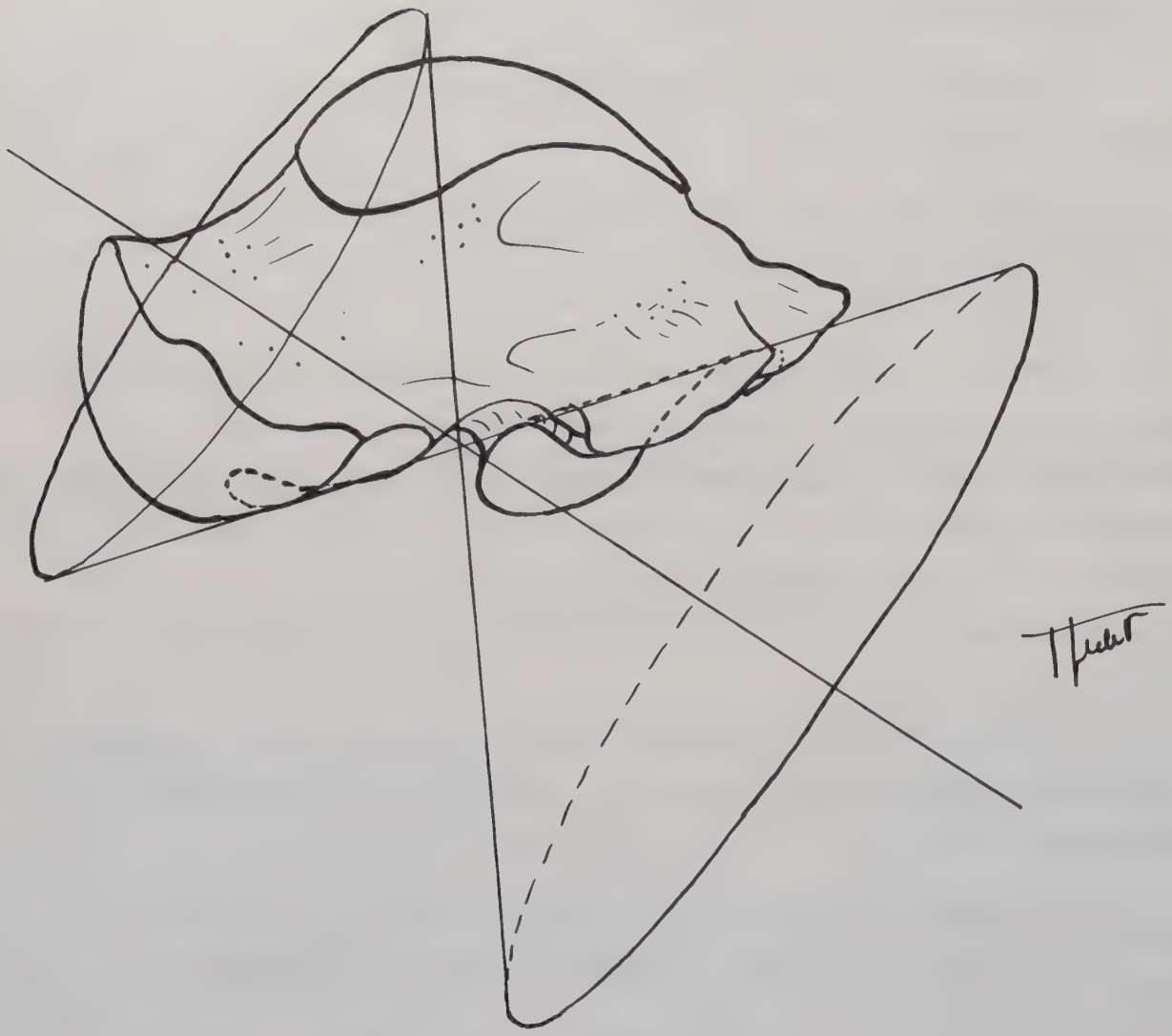
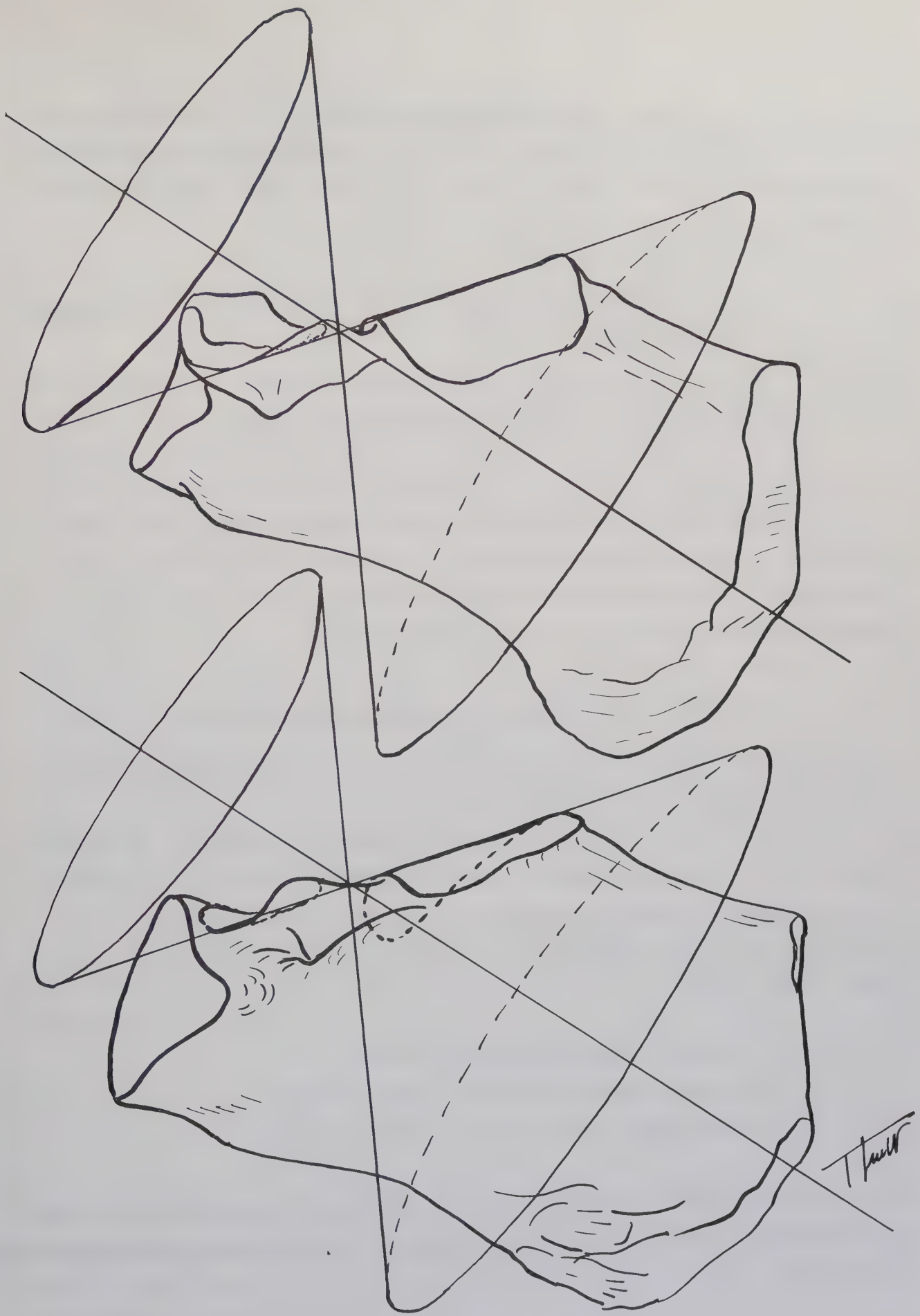


Figure 5 : L'astragale s'adapte parfaitement par ses surfaces articulaires inférieures à deux cônes de révolution coaxiaux opposés par leurs sommets.



Figures 6 et 7 : Calcanéum en éversion puis en inversion sous le double cône de révolution astragalien auquel il reste adapté dans ses mouvements de rotation autour de l'axe géométrique.

- d'autre part, les déplacements linéaires, des différents points de l'os. Ces mesures linéaires chiffrables représentent la projection de secteurs d'arc décrits autour de l'axe de rotation. Ces secteurs d'arc ont une direction et une longueur :

. leur direction dépend de la position initiale par rapport à l'axe de rotation ;

. leur longueur, de l'amplitude angulaire du mouvement et de la distance par rapport à l'axe de rotation.

Il faut noter que pour les mesures, ces vecteurs connus sont assimilés à des vecteurs rectilignes : l'amplitude modeste des angles considérés, 10° au maximum de part et d'autre du point d'équilibre, nous le reverrons, autorise cette approximation.

La mesure des mouvements angulaires du calcanéum

Elle s'est faite sur les pièces anatomiques dont nous avions solidarisé tibia et astragale par 2 vis d'arthrodèse.
La mise en place de longues broches calcanéennes parallèles, en position neutre aux 3 plans de projection, nous a permis de mesurer l'amplitude des mouvements angulaires maximum dans chacun de ces plans. Nous avons pu ainsi déterminer les débattements maximum dans chacun de ces plans, c'est-à-dire :

- le valgus-varus dans le plan frontal,
- l'abduction-adduction dans le plan horizontal,
- le talus-équin dans le plan sagittal (fig.8).

Les mesures angulaires ont été faites par rapport à des broches-repères fichées dans le bloc tibio-astragalien parallèle aux broches calcanéennes en position neutre.

Nous avons obtenu les chiffres suivants :
Pour le passage de l'éversion, c'est-à-dire position de valgus-abduction-talus maxima, à l'inversion c'est-à-dire varus-adduction-équin maxima :

- valgus-varus : 23° (chiffres extrêmes : 22° et 24,5°)
- abduction-adduction : 10° (chiffres extrêmes : 8,5° et 13°)
- talus-équin : 3,5° (chiffres extrêmes : 2° et 5,5°)

Rappelons que ces mesures, effectuées sur pièces anatomiques, n'ont de valeur que relatives les unes par rapport aux autres. En effet, leur amplitude globale apparaitrait probablement différente chez le vivant.

Le calcul trigonométrique permet dès lors de définir la direction de l'axe de Henke, à l'approximation près de la confusion faite entre les angles (exprimés en radians) et la valeur de leurs sinus et tangentes. Cette approximation est tolérable du fait de la faible valeur des angles obtenus et nous montre que la projection orthogonale de l'axe de Henke se fait par rapport à chaque axe directeur selon un angle sensiblement inversement proportionnel à l'angle de mouvement observé dans le plan perpendiculaire à l'axe directeur en question (fig. 9).

Ainsi avons nous un axe que les projections sur les 3 plans de référence nous montrent oblique fortement en avant, un peu en haut et légèrement en dedans.

Connaissant la direction de cet axe, il nous restait à en déterminer un point pour connaître sa situation exacte. Ce qui revenait à découvrir un point du calcanéum ne subissant aucune translation lors des mouvements d'éversion - inversion.

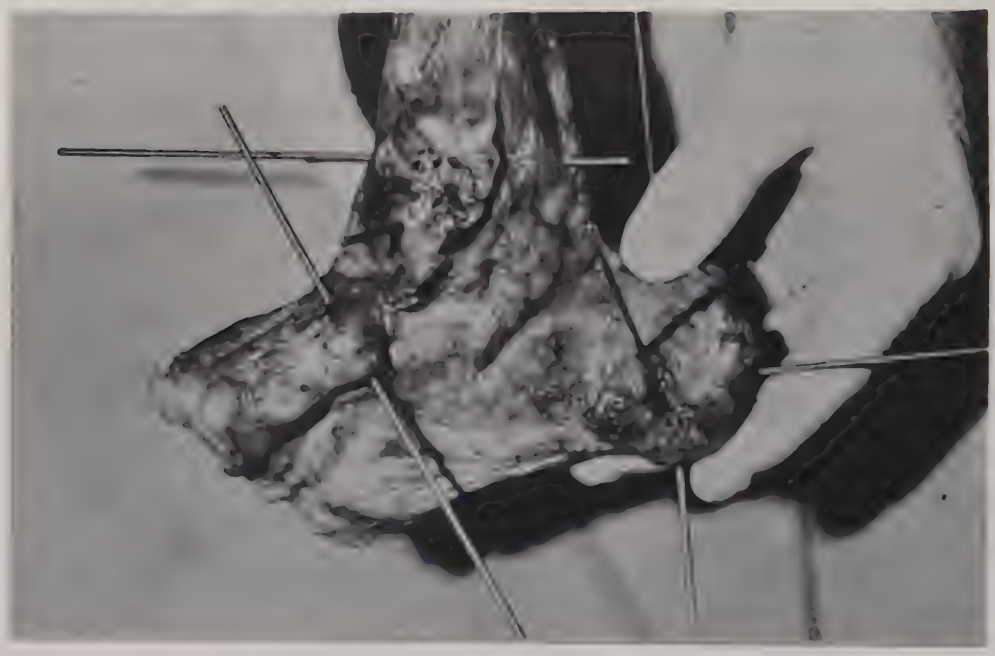


Figure 8 : Mesures des déplacements angulaires du calcanéum sous le bloc astragalotibial dans les 3 plans de l'espace:
Frontal : valgus-varus
Sagittal : talus-équin
Horizontal : abduction-adduction

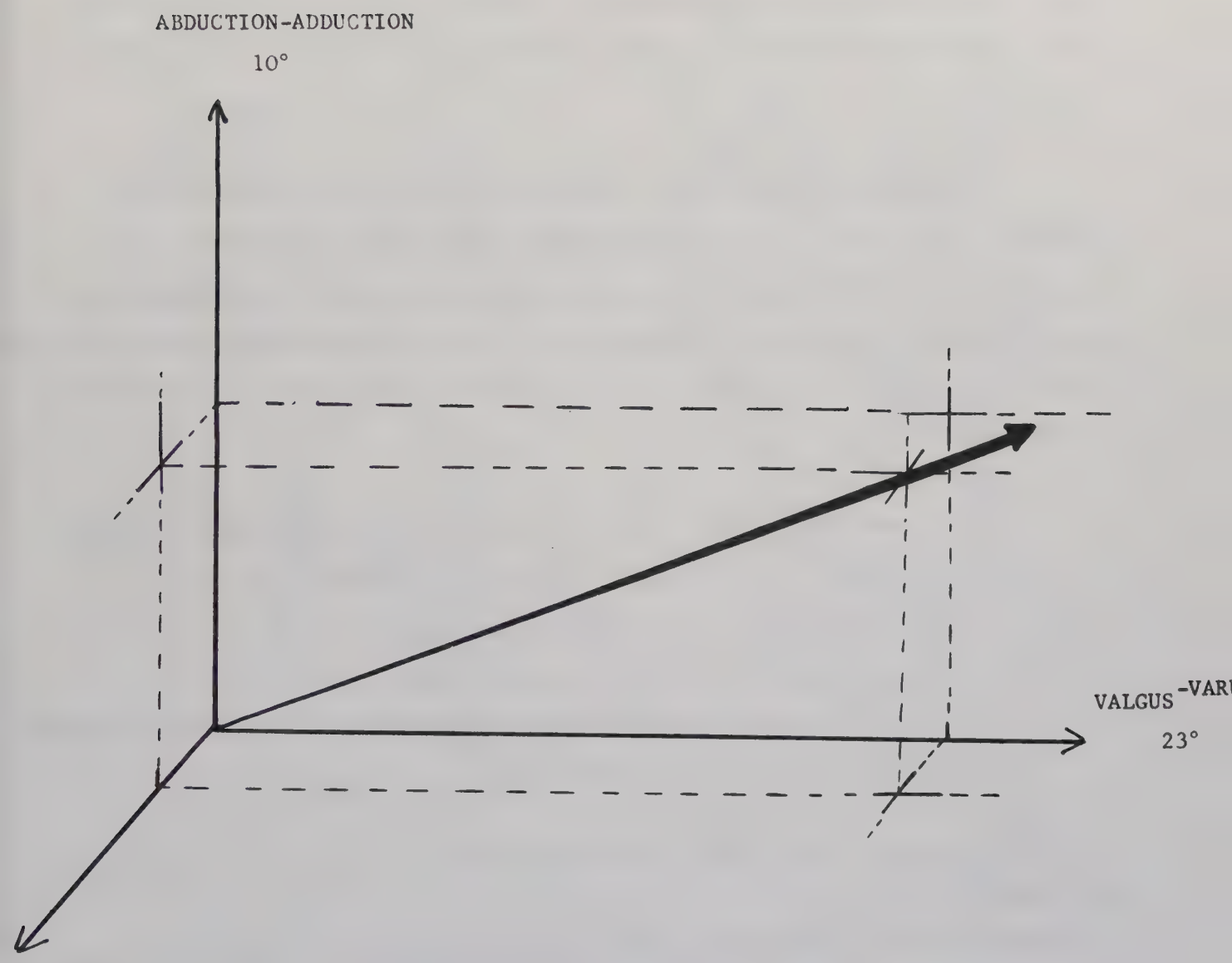


Figure 9 : Détermination géométrique de l'axe de rotation autour duquel tous les mouvements du calcanéum sont des rotations simples. C'est l'axe dit de Henke.

Le point le plus accessible à l'observation sur pièces articulées est le point de sortie postérieur de cet axe.
Nous avons donc recherché sur des photos de pièces anatomiques manipulées en inversion et éversion, ce point fixe par rapport au bloc tibio-astragalien (fig.10).
Nous l'avons retrouvé sensiblement au milieu de la face postérieure de l'os (c'est-à-dire plus haut et plus interne que ne le situent les auteurs classiques).

Restaient à mesurer les conséquences de ces mouvements de rotation, c'est-à-dire : les déplacements linéaires du calcanéum.

Nous les avons mesuré sur pièce anatomique et clichés radiographiques pour vérifier ensuite qu'ils correspondaient bien aux résultats théoriques obte à partir des angles de rotation et de la distance des points considérés par rapport à l'axe.

Les mesures ont été faites entre la position d'éversion maximale et la position d'inversion maximale. Elles ont porté sur :

- le bord supérieur de la face postérieure
- le bord inférieur de la face postérieure
- la partie externe, supérieure et antérieure de la grande apophyse.
- la partie interne du sustentaculum.

Le bord supérieur de la face postérieure subit une translation externe pure de 4 à 6mm (fig.10) .
Le bord inférieur de la face postérieure (au niveau de la tubérosité) une translation interne pure de 8 à 10mm (fig.10).
Le sustentaculum, une translation interne de 5 à 7mm le menant à la face inféro-interne de la tête astragalienne (fig.11).
La grande apophyse, une translation antérieure de 3 à 4mm, et inférieure de 7 à 9mm (qui du fait de sa situation à l'aplomb de la poulie astragalienne, correspond à une augmentation de hauteur de l'arrière-pied égale) (fig.11 et
Ce dernier mouvement définit l'avancée descendante du calcanéum.

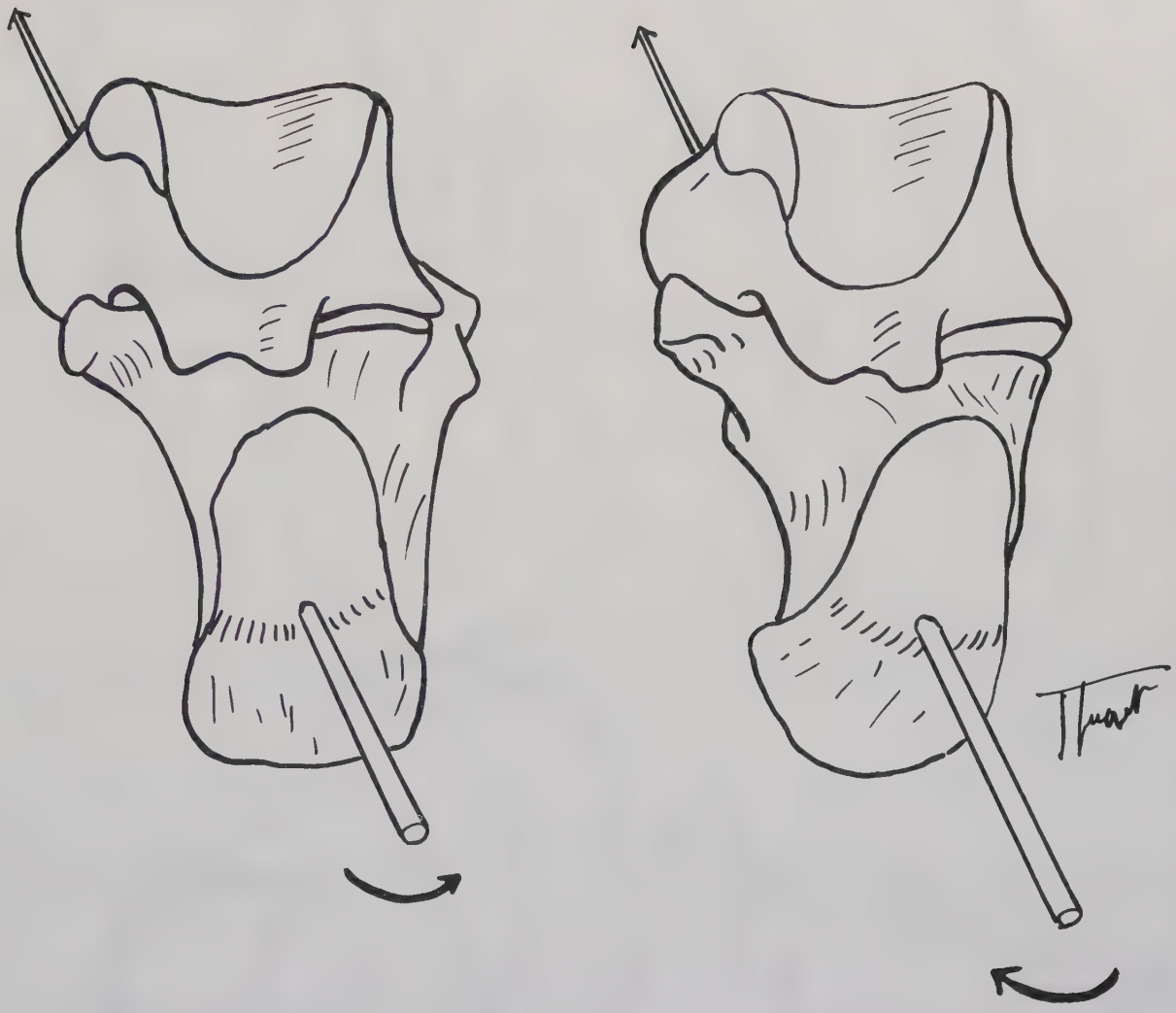


Figure 10 : Détermination du point fixe de sortie postérieure de l'axe de Henke.

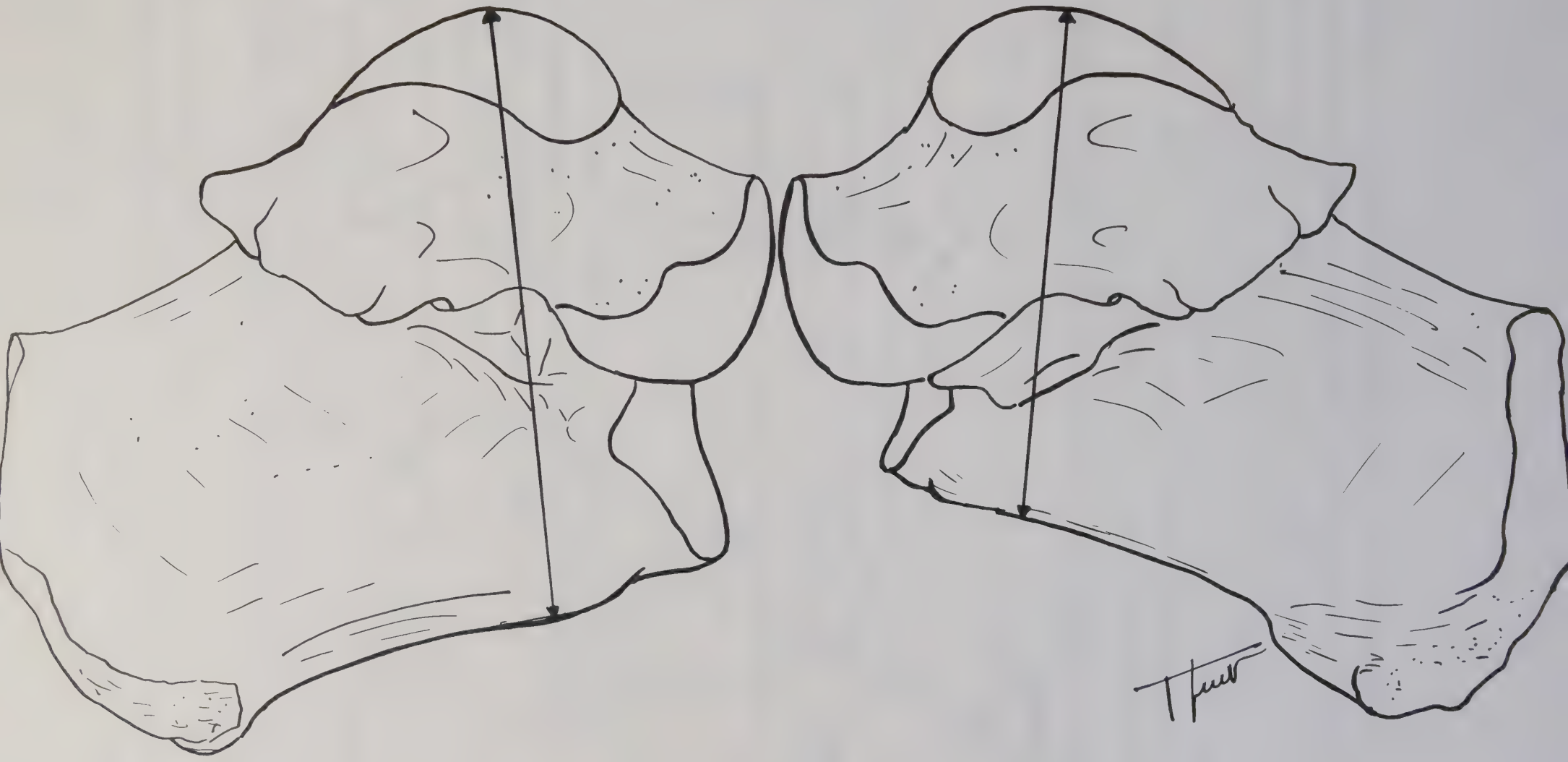


Figure 12 : Lors de l'inversion (à gauche) l'avancée descendante de la grande apophyse entraîne une augmentation de hauteur du tarse à l'aplomb de la mortaise tibiopéronière.

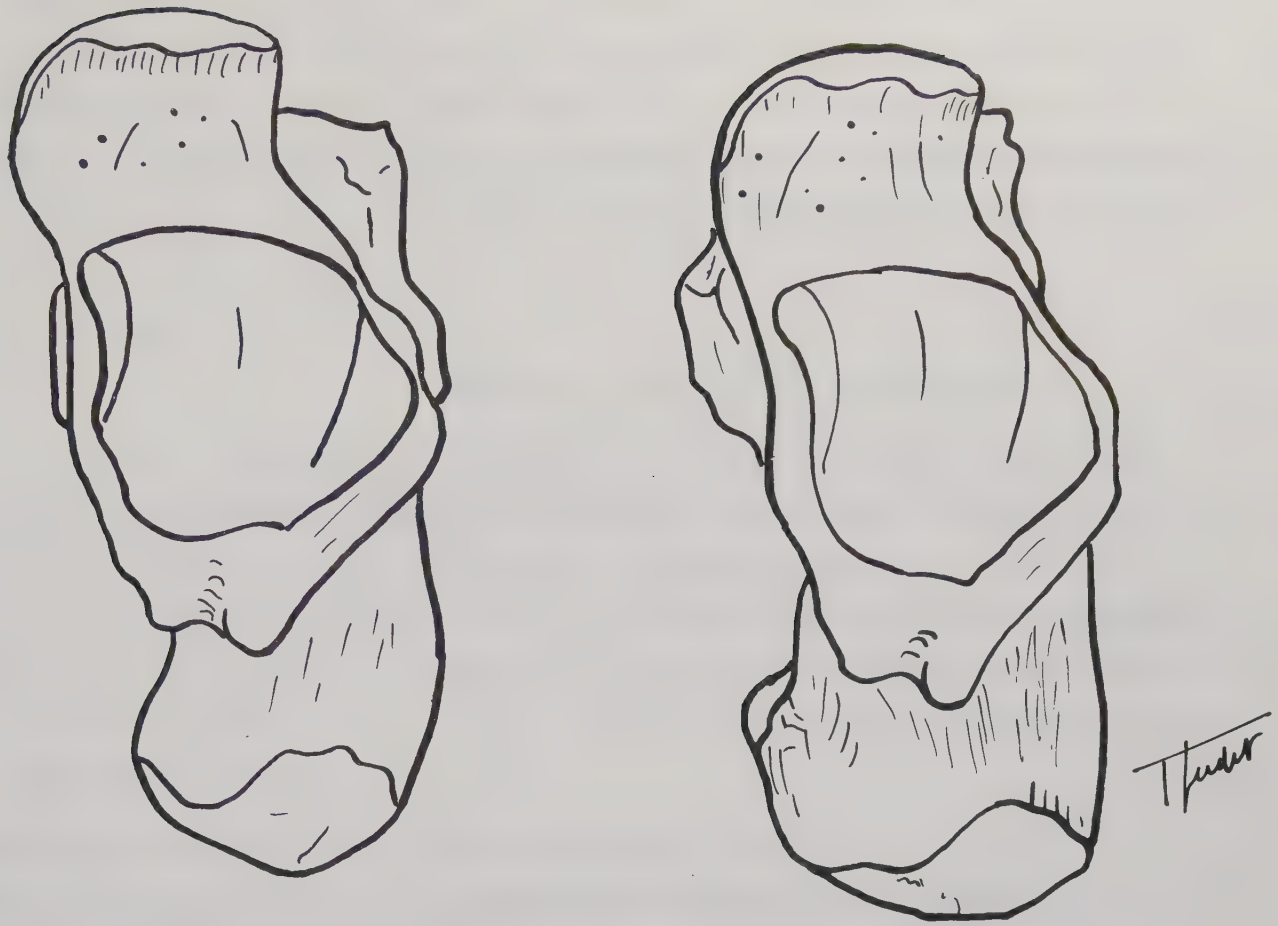


Figure 11 : Translation antérieure et interne de la grande apophyse lors de l'inversion.

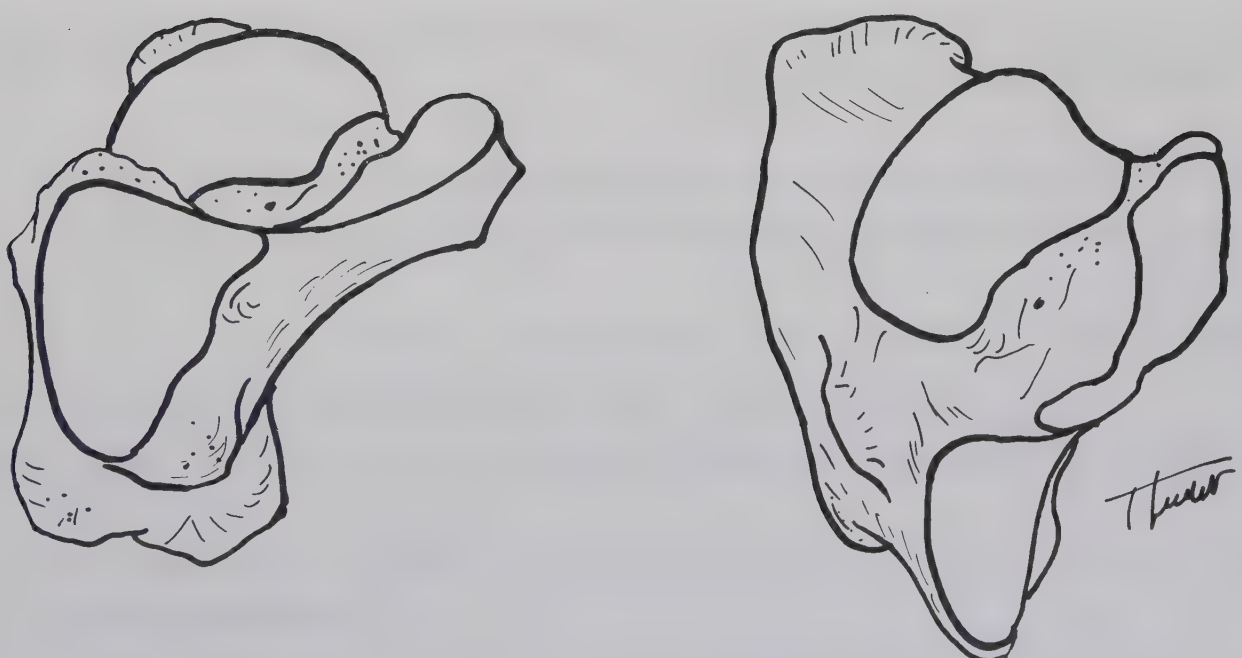


Figure 13 : L'association du mouvement angulaire et linéaire du calcanéum.

Ainsi commence à s'esquisser également le rôle de la sous-astragalienne dans la morphologie de l'avant-pied : elle va jouer en effet sur la position relative de l'origine des arches, tête astragalienne et face antérieure de la grande apophyse, et sur leur longueur relative par les mouvements d'avancée et de recul calcanéen.

Pour résumer ce premier chapitre,

- la sous-astragalienne est une articulation congruente ;
- ses surfaces s'inscrivent dans deux cônes de révolution inversés et coaxiaux
- de ce fait, les mouvements du calcanéum sous l'astragale sont de simples rotations autour d'un axe oblique dans les 3 plans de l'espace et le long duquel tous les points de la masse calcanéenne ne subissent aucun mouvement de translation.

Ces mouvements du calcanéum autour de son axe se traduisent par des rotations ou mouvements angulaires mesurables dans les 3 plans de l'espace et des translations ou mouvements linéaires variables selon le point considéré.

Tous ces mouvements sont indissociablement liés et jamais ne peuvent survenir isolément (fig.13).

A l'association angulaire valgus-abduction-talus, se joint une translation en haut, en arrière et en dehors de la grande apophyse : c'est l'éversion.

A l'association inverse, varus-adduction-équin se joint une translation en bas, en avant et en dedans de la grande apophyse : c'est l'inversion.

Cette étude anatomique de la géométrie de la sous-astragalienne nous a fait comprendre le mécanisme de ses mouvements. Nous allons tenter maintenant d'en préciser les limites.
Ceci nous conduit à étudier

- les facteurs osseux et surtout
- le dispositif ligamentaire.

Nous pratiquerons cette étude de façon dynamique, partant de la position d'éversion forcée avec les mécanismes qu'elle met en jeu, pour étudier les phénomènes ostéo-ligamentaires accompagnant la mise en inversion forcée.

1° L'EVERSION MAXIMALE

Le calcanéum est en position de recul et d'ascension maximale. Il pivote en valgus-abduction-talus.

- Quels sont les facteurs limitants du mouvement de la sous-astragalienne

. un butoir osseux prédomine :
C'est la plongée de la partie antéro-externe de la surface sous-astragalienn postérieure dans la fossette externe du sillon calcanéen (fig.14).

. Des formations ligamentaires vont assurer la coaption stable des surfaces articulaires dans cette position. Ce sont :
° les deux plans de la haie interosseuse, couchée en bas et en arrière sou forte tension ++
° les ligaments astragalo-calcanéen postérieur et externe, également en tension maximale.

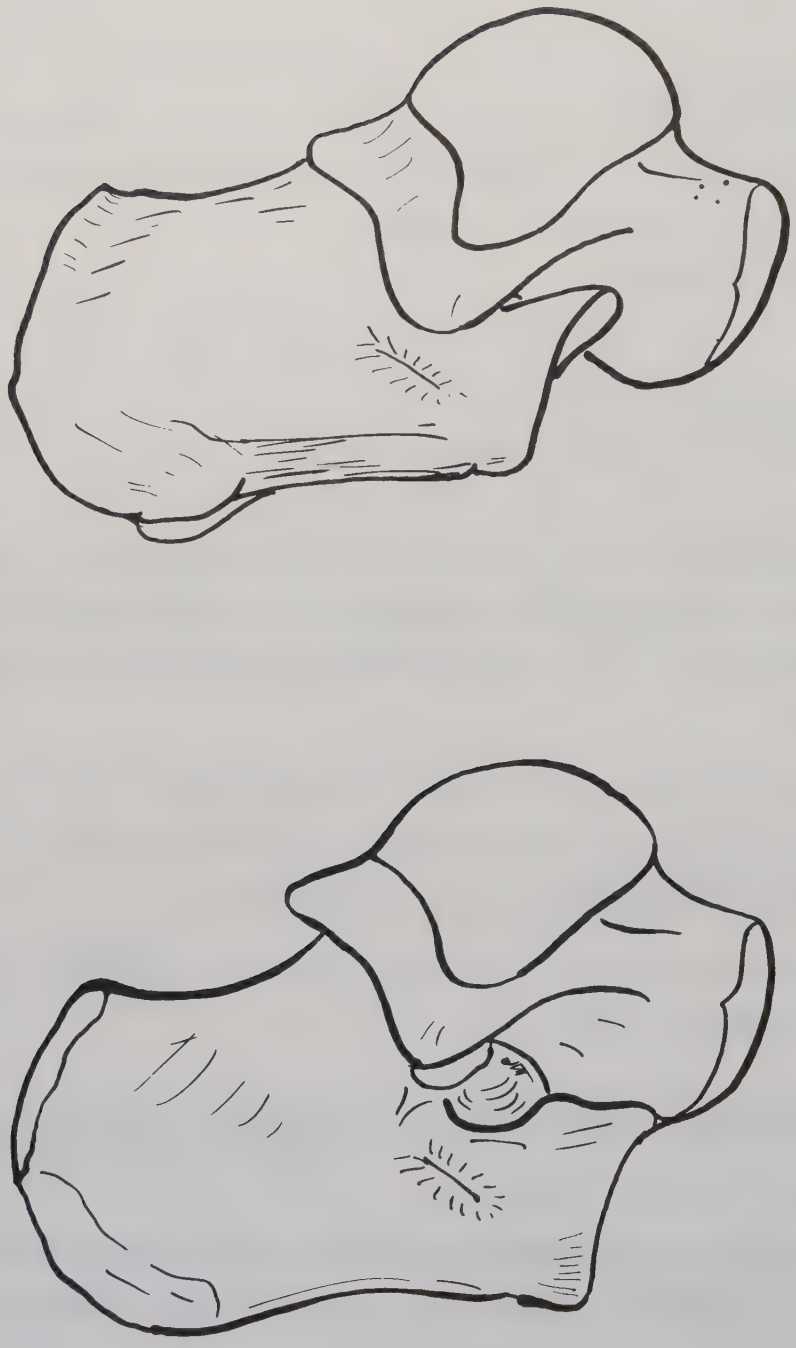


Figure 14 : L'éversion physiologique est arrêtée par un butoir osseux,
L'inversion par la mise en tension du ligament en haie dans le sinus du tarse.

Au total, dans cette position d'éversion maximale, nous venons d'étudier une chaine ostéoligamentaire continue qui règle, par l'intermédiaire des cunéiformes et de l'articulation de Lisfranc, la position de l'avant-pied. Ceci amène la notion de BLOC CALCANEO-PEDIEUX caractérisé par :

1) des amplitudes de mouvement limitées de ses éléments les uns par rapport aux autres ;

2) une plus grande mobilité par rapport à l'astragale sous lequel se font des mouvements :

. commandés par la géométrie de la sous-astragalienne ;

. et répercutés sur la position relative des arches longitudinales du pied(fig. 15).

2° LE PASSAGE DE L'EVERSION A L'INVERSION

- Il est dominé en arrière par la rotation axiale du calcanéum qui se met en varus-adduction-équin sous l'astragale, avec pour conséquence, l'avancée descendante de sa partie antéro-externe, la grande apophyse.

Ce mouvement détend les ligaments astragalo-calcanéens postérieurs et externes ainsi que, dans les premiers degrés, la haie interosseuse. Mais l'obliquité en bas et en avant du thalamus impose une ouverture du sinus du tarse dans lequel le ligament interosseux va rapidement devenir vertical, se retendre, et arrêter le mouvement.

- En avant du calcanéum, le cuboïde, qui lui est rattaché par des ligaments essentiellement supérieurs et inférieurs, va pouvoir fuir en dedans sous la poussée de la grande apophyse (fig.16).

En effet,

. en dehors, aucun frein ligamentaire solide ne le retient ;

. en arrière, il s'adapte au calcanéum par une surface articulaire en forme de gouttière spiralée, globalement oblique en bas, en dedans et en arrière, mais dont la gorge s'horizontalise à la partie inféro-interne.

- La grande apophyse du calcanéum, située à "l'aile marchante" du mouveme loin de l'axe de rotation et en position haute et reculée.

Elle entraîne avec elle, attaché de très court, son satellite, le cuboïde :

.Il la suit, tiré en haut et en arrière par les puissants ligaments calcanéo-cuboïdien plantaire et calcanéo-cuboïdien interne, branche externe du ligament en Y de Chopart.

.Le ligament calcanéo-cuboïdien dorsal contribue à le maintenir à la partie supéro-externe de la gouttière de la face antérieure de la grande apophyse calcanéenne.
Dans cette position, la calcanéo-cuboïdienne n'a aucune liberté de rotation axiale. Le cuboïde répercute donc sur l'arche externe la totalité des mouvements de l'extrémité antérieure du calcanéum ; c'est-à-dire un mouvement de recul, de surélévation, d'abduction et de valgus (qui devient p ronation).

- Solidaire encore de cette partie mobile antéro-externe du calcanéum, le scaphoïde est

. attelé au cuboïde par le court et puissant ligament interosseux
. et directement au calcanéum par la branche interne du ligament en Y de Chopart, ou ligament calcanéo-scaphoïdien externe.

Ces formations attirent le scaphoïde en dehors et en arrière. Pour le maintenir au sommet de la convexité de la sphère ou ovoïde de la face antérieure de la tête astragalienne, deux autres ligaments :

. en bas, le ligament calcanéo-scaphoïdien inférieur interdit sa luxation vers le haut, et, de ce fait, interdit la chute de la tête astragalienne
. en haut, le ligament astragalo-scaphoïdien dorsal externe ou supérieur, s'insérant sur le col de l'astragal e sensiblement à l'aplomb du centre de la sphère antérieure, limite les mouvements de descente du scaphoïde mais lui laisse une liberté de jeu transversal.

Figure 15 : Le système de traction scaphoïde-cuboïde-calcanéum
(le calcanéo-cuboïdien inférieur manque à ce schéma)

Ainsi, comme l'a montré FARABEUF, le cuboïde transmet aux deux derniers métatarsiens :

- non seulement le varus, l'adduction et l'équin calcanéen
- mais de surcroît :
  . une adduction et une flexion plantaire supplémentaire, dues à son glissement en bas et en dedans ;
  . une supination qui s'ajoute au varus du fait de sa rotation selon l'axe incurvé de sa gorge.

La limite de ce mouvement vient de la butée du bac postéro-interne du cuboïde dans la fossette calcanéenne sous-sustentaculaire.

Au-delà du cuboïde, le scaphoïde sanglé par-dessus et par-dessous, ne peut s'échapper qu'en dedans.
Il n'a par là aucune retenue et décrit un mouvement concentrique à la tête de l'astragale qui associe translation interne et rotation en adduction transmise à l'arche interne et complétant le mouvement d'inversion du pied.

Notons qu'il n'y a pas lieu d'évoquer une quelconque "élasticité" du ligament calcanéo-scaphoïdien inférieur ou glénoïdien : son insertion postérieure, sur le sustentaculum, est située à l'aplomb de l'axe d Henke. De ce fait, elle ne subit dans l'inversion-éversion, que des mouvements transversaux parallèles à ceux du scaphoïde : rappelons qu'il n'y a ni avancée ni recul à la partie interne et antérieure du calcanéum.

Au total, cette étude des mouvements des os du tarse postérieur permet de préciser la notion de bloc calcanéo-pédieux : chaine ostéoarticulaire dont la partie postérieure est constituée par calcanéum, cuboïde et scaphoïde et qui se prolonge vers l'avant-pied par l'intermédiaire du cuboïde et de l'articulation de Lisfranc.

La mobilité de cet ensemble par rapport à l'astragale est importante et commandée par le jeu de la sous-astragalienne.

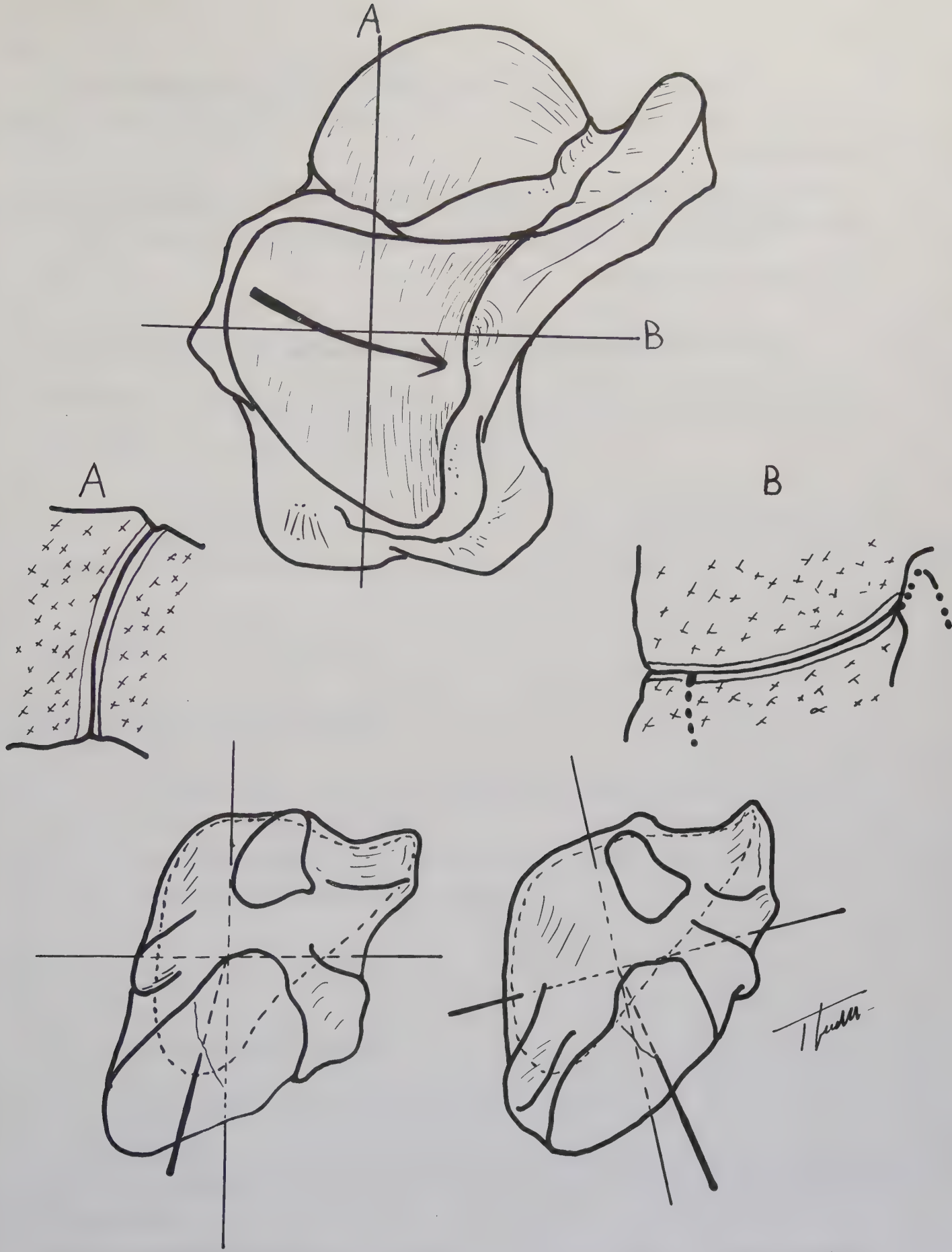


Figure 16 : Les mouvements intrinsèques du cuboïde devant la grande apophyse calcanéenne :
- translation en bas et en dedans
- adduction
- varus ou supination
- équin

Les mouvements angulaires associés à la translation sont dus à la forme spiralée de la gouttière articulaire.

La mobilité de ses éléments osseux les uns par rapport aux autres, est plus limitée. Mais elle est également mise en jeu par la sous-astragalienne :

- directement par la modification des rapports astragalo-calcanéens
- et indirectement par la répercussion de ses rapports sur l'interligne médiotarsien.

Ces conséquences indirectes se font toujours dans le sens de l'amplification des mouvements déjà dirigés dans la sous-astragalienne.

CHAPITRE 3

Après avoir étudié les possibilités de mouvements autorisés par les surfaces articulaires et leurs guides ligamentaires, nous allons maintenant étudier

LE MECANISME DES MUSCLES MOTEURS DE L'ARRIERE-PIED

Ce mécanisme est rendu complexe parce que tous sont au minimum biarticulaires, ce qui a deux conséquences :

- la première est de leur donner une action quelquefois prédominante et quelquefois accessoire sur d'autres articulations (en particulier la tibiotarsienn

- la deuxième est la modification possible de leur action en fonction d la position de la tibiotarsienne.

Nous étudierons successivement :

. les jambiers postérieur et antérieur
. le fléchisseur des orteils
. les péroniers latéraux et l'extenseur commun des orteils
. l'extenseur propre et le triceps.

1° LE JAMBIER POSTERIEUR

Il présente sur le couple de torsion, l'action
- la plus pure,
- la plus constante quelle que soit la position initiale de la tibiotarsienne et de la sous-astra
- la plus simple à analyser.

. Son action sur la tibiotarsienne est quasiment nulle.
Il passe dans sa coulisse au ras de la pointe de la malléole interne, au contact de l'axe de flexion-extension de la poulie astragalienne.
De ce fait, il n'a sur la cheville qu'un moment d'action en flexion plantaire très médiocre.

. Par contre, étant au voisinage immédiat de l'axe des mouvements de l'astragale, il garde quelle que soit la position de la cheville, un trajet terminal parallèle au col de l'astragale et attaque toujours le scaphoïde sous le même angle. Donc action non modifiée par la position de la tibiotarsienne.

. Cette action se fait en quasi-totalité sur le scaphoïde qu'il meut à la manière d'une rotule.
Il s'agit d'une traction dirigée d'avant en arrière, appliquée sur le tubercule inféro-interne du scaphoïde. Cette traction entraîne un mouvement imposé par la forme de la sphère ou ovoïde astragalien, et guidé par des ligaments toujours en tension. Dans ce mouvement, le scaphoïde se comporte comme un transmetteur de traction, la tête astragalienne comme une poulie de réflexion.

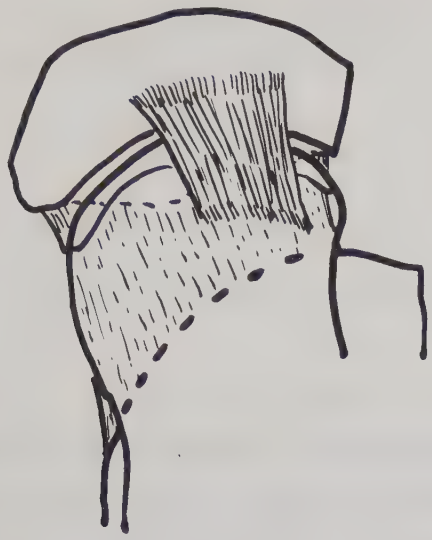
ANALYSE DES PHENOMENES (fig. 17)

1° Le rôle directeur du scaphoïde sur l'arche interne :
La translation interne dirigée au début un peu vers le bas, est guidée par les 2 rênes que nous avons étudiées.

- Au-dessus : le ligament astragalo-scaphoïdien dorsal externe dont la translation interne et descendante du scaphoïde va quelque peu augmenter la tension.

- Au-dessous : le ligament glénoïdien.
La translation interne correspond à un mouvement normal de son insertion postérieure, le bord antérieur du sustentaculum, lors de la rotation du calcanéum sous l'astragale dans l'inversion.

Figure 17 : LES GUIDES DU SCAPHOIDE



1° Scaphoïde en équilibre devant la tête astragalienne.

2° Translation interne et adduction sous la traction du jambier postérieur

3° La tension des ligaments supérieur et inférieur s'équilibre par une rotation axiale en varus ou supination : le scaphoïde est de nouveau équilibré.

Nous verrons que d'autres facteurs contribuent à l'inversion : le ligament glénoïdien garde sa tension, suit le mouvement, mais n'en n'est pas le moteur principal.

Simultanément à la translation, le scaphoïde dans son cheminement sur la face antérieure de la tête astragalienne bascule en adduction autour d'un axe vertical.

Ceci aurait pour effet une détente des fibres les plus internes du ligament glénoïdien si, de l'autre côté du col, à sa face supéro-externe, le ligament astragalo-scaphoïdien dorsal externe ne profitait du "mou" bienvenu en faisant pivoter le scaphoïde selon un axe antéro-postérieur et dans le sens du varus, plus communément appelé à ce niveau supination.

Voici donc le scaphoïde de nouveau bien équilibré entre ses deux sangles supérieure et inférieure.

2° Le rôle tracteur du scaphoïde sur le bloc calcanéo-pédieux

Le bord externe de la rotule scaphoïdienne du fait du pivotement en adduction et en supination va se trouver avancé et abaissé.
Or il tire derrière lui, par la branche interne du ligament en Y de Chopart, la grande apophyse calcanéenne.

Voilà donc mis en jeu par l'intermédiaire du scaphoïde, ce mouvement d'avancée descendante de la partie antéro-externe du calcanéum.
Le varus, l'adduction et l'équin lui sont inévitablement associés, nous l'avons vu : c'est l'inversion déjà mise en jeu au niveau du sustentaculum pour garder sa tension constante au ligament glénoïdien.

3° Tout va dès lors contribuer à faire participer le cuboïde à ce mouvement d'inversion du pied.

- la grande apophyse le pousse en avant, en bas et en dedans ;
- il fuit, guidé par la traction du ligament scapho-cuboïdien interosseux en bas et en dedans, augmentant l'équin et l'adduction que lui impose déjà son alignement sur le calcanéum.
- De surcroît, la morphologie de sa gorge articulaire dans laquelle le maintiennent plaqué la branche externe du ligament en Y de CHOPART et le ligament calcanéo-cuboïdien plantaire, lui impriment une supination qui vient s'ajouter au varus calcanéen.

Voilà donc comment le jambier postérieur, par l'intermédiaire du relais scaphoïdien, recrée la totalité du mouvement d'inversion à l'état pur.

4° Par rapport à celle du jambier postérieur, l'action inversante des fléchisseurs des orteils est faible : en effet,

- sur la tibiotarsienne : ils ont une très faible action de flexion plantaire qu'explique encore leur passage par rapport à l'axe de la poulie astragalienne.
- leur action terminale se fait avant tout sur les orteils. Secondairement, ils ont une action inversante qui, malgré un bon moment d'action par rapport à l'axe de Henke, paraît faible dans les conditions physiologiques.

2° LE JAMBIER ANTERIEUR

Le jambier antérieur a une action beaucoup plus ambigue.

- Son action sur la tibiotarsienne

Il passe en avant et à distance de l'axe de rotation de la tibiotarsienne, et de ce fait, a une action prédominante sur cette articulation : c'est avant tout un fléchisseur dorsal du pied.

- Son action sur les articulations sous-jacentes est variable

Bien évidemment, il n'a pas d'action directe sur la rotule scaphoïdienne ; Mais sa situation très légèrement en dedans de l'axe de Henke lui donne un faible moment d'action sur la sous-astragalienne.

Ce n'est que lorsqu'il existe déjà un certain degré d'adduction que son action varisante apparaît franchement.
En effet, cette adduction associée automatiquement à une supination sur un pied normal déporte le premier cunéiforme, et en particulier la partie inférieure de sa face interne, en dedans ; ceci a pour effet de donner au jambier antérieur un moment d'action intéressant sur l'axe de Henke.

3° LES PERONIERS LATERAUX

Sur la tibiotarsienne, on retrouve un mécanisme analogue à celui du jambier postérieur : la coulisse des péroniers rétro et sous-malléolaire , est au contact de l'axe de rotation de la cheville ; le moment d'action sur la flexion plantaire est faible.

Leur point de tire étant fixe par rapport à l'astragale, à la sortie de la gouttière, l'action des péroniers sur la morphologie du pied est constante quelle que soit la position de la cheville.
Mais il s'agit pas comme pour le jambier postérieur, d'une action pure sur le couple sous-astragalien et médiotarsien.

a) Le court péronier latéral

Il descend directement, passant au-dessus du tubercule calcanéen, de la pointe de la malléole vers la styloïde du 5ème méta.
Sa première action est donc une abduction de l'arche externe dans l'interligne de Lisfranc.
Aussitôt après il va chasser le cuboïde en haut et en arrière, le fixer à la partie supéro-externe de sa surface articulaire, donc le mettre en abduction-pronati puis chasser la grande apophyse du calcanéum en haut et en arrière et mettre en jeu de ce fait, la sous-astragalienne, provoquer valgus-abduction et talus calcanéen relatif.

Le scaphoïde, tiré par la branche interne du ligament en Y de Chopart et par les ligaments scapho-cuboïdiens suit le mouvement d'éversion.

Au total, action éversante complète qu'explique bien le moment d'action du court péronier latéral sur l'axe de Henke : il en est éloigné et tire perpendiculairement à lui.
Il s'ajoute à cette action éversante, une abduction propre du 5ème métatarsien.

b) Le long péronier latéral a une action beaucoup plus complexe :

- l'action première est ici un abaissement du premier métatarsien creusant l'arche interne et mettant l'avant-pied en pronation.

- Ensuite, la transmission des forces de traction en arrière et en dehors qui tendraient à chasser le cuboïde et à faire reculer la grande apophyse, est contrecarrée par la double réflexion du tendon.

- La première réflexion dans la gouttière du cuboïde chasse cet os en dedans et l'empêche de partir en haut et en dedans dans sa position d'éversion.

- La deuxième, sous le tubercule des péroniers, sangle la grande apophyse et l'empêche de partir en dehors dans son mouvement de valgus et d'abduction.
Ainsi la deuxième action du long péronier latéral est antagoniste de la première :

- à l'abduction-pronation de l'arche interne (élément de l'éversion par traction distale,

- s'associe une adduction-supination de l'arche externe par effet sur le cuboïde et le calcanéum.

Ces deux mouvements ne mettent pas en jeu la sous-astragalienne ils creusent la voûte plantaire antérieure.

Ce n'est qu'après ce verrouillage que l'on observe une action éversante vraie dans la sous-astragalienne ; cette dernière action doit donc faire ranger le long péronier latéral dans les valgisants du pied.

L'association des deux premières actions a été évoquée par Pol LECOEUR dans la génèse des pieds creux qui associent un creux de l'arche interne et un varus calcanéen, action nécessitée par une faiblesse relative du court péronier latéral et justifiant cette explication un peu paradoxale.

4° LES EXTENSEURS DES ORTEILS

a) L'extenseur commun des orteils

Son passage franchement en dehors de l'axe de Henke pourrait expliquer son action éversante.

Mais elle semble due avant tout au ligament frondiforme : celui-ci maintient les tendons de l'extenseur commun proche de la tibiotarsienne et limite ainsi leur action de fléchisseur dorsal.

Par ailleurs, il imprime une courbure à l'extenseur commun et, de ce fait, reçoit de sa part, une traction qu'il transmet à la grande apophyse : celle-ci se relève et entraîne le calcanéum en éversion.

Ceci se vérifie sur pièce anatomique : la traction sur l'extenseur commun libéré de sa fronde fait de lui un releveur pratiquement direct du pied.

b) L'extenseur propre du gros orteil

Le même mécanisme se retrouve. Ce releveur très faiblement éversant sous sa fronde devient, quand on lui laisse prendre un trajet direct, très fortement releveur et un peu inversant pour peu que le pied ait initialement un certain degré d'adduction.

Ceci s'explique par sa situation très proche de l'axe d Henke : en dehors normalement, sa libération le fait passer en dedans et inverse son action.

De toute façon, son moment d'action reste médiocre et, comme l'extenseur commun, il est surtout :

- un peu fléchisseur dorsal de la cheville,
- et beaucoup extenseur des orteils.

5° LE TRICEPS SURAL

Le tendon d'Achille transmet la traction du plus puissant muscle pontant la sous-astragalienne. Son action, largement prédominante sur la tibiotarsienne est néanmoins, du fait de la force du triceps, très marquée sur la sous-astragalienne.
Mais cette action est variable, tantôt éversante, tantôt inversante.
Ce paradoxe apparent s'explique en grand partie par l'anatomie de son insertion calcanéenne qui se fait à la partie large, toute inférieure de la face postérieure du calcanéum.

Cette insertion est donc sous-jacente au point de passage de l'axe. de Henke tel que nous l'avons précisé dans le premier chapitre.

De ce fait, on est en présence d'un équilibre instable :

- sur un pied régulier en position neutre, le triceps sural est purement fléchisseur plantaire. Sa contraction n'entraîne ni éversion ni inversion.

Mais la mise en jeu de la sous-astragalienne par le triceps sural peut apparaître en 3 circonstances :

A - Physiologiquement :

Lors de la mise en équin du pied, la quasi-totalité du mouvement est obtenue dans la tibiotarsienne. Seuls quelques degrés sont trouvés dans la sous-astragalienne. Ces quelques degrés s'associent inévitablement à un varus et une adduction sous l'astragale. Cette inversion est d'ailleurs profitable car elle permet l'appui harmonieux des fêtes métatarsiennes au sol : la brièveté relative de l'arche externe est compensée par :

- l'avancée descendante du calcanéum qui l'allonge légèrement ;

- et par la supination cuboïdienne ajoutée en varus calcanéen qui fait plonger les 4ème et 5ème métatarsiens plus que les 3 premiers ; ils trouvent ainsi plus rapidement le contact du sol.

Voilà pour l'action varisante physiologique.

B - A la limite de l'action physiologique :

l'action valgisante paradoxale.

Elle peut s'observer en cas d'équinisme permanent dû à une rétraction du tendon d'Achille.

La mise à plat du pied ne peut pas être obtenue en abaissant la partie postérieure du calcanéum : la brièveté du tendon d'Achille interdit cette manoeuvre. La partie postérieure du calcanéum ne pouvant s'abaisser, devient axe de rotation de la flexion dorsale.

Dès lors peut s'offrir la possibilité de compensation dans la sous-astragalienne (fig.18)

Le mouvement de recul ascendant de la partie antéro-externe du calcanéum réduit la hauteur du tarse à l'aplomb de la poulie astragalienne, nous l'avons vu. L'insertion d'Achille faisant office de pivot, le bloc calcanéo-pédieux peut se mettre à plat, mais au prix de tous les mouvements associés au talus dans l'inversion : l'abduction et le valgus calcanéen.

Son point de tire déplacé en dehors de l'axe de rotation par le valgus, Achille va alors devenir un valgisant vrai et aggrave la déformation. Mais rappelons bien qu'ici le mécanisme premier est un besoin de réduction de hauteur de l'arrière-pied que seule la sous-astra peut apporter.

Cette action éversante se retrouve aussi physiologiquement lors de la mise en tension maximale du triceps sural par l'association extension du genou-talus du pied telle qu'on la rencontre lors du pas postérieur en montée de côte.

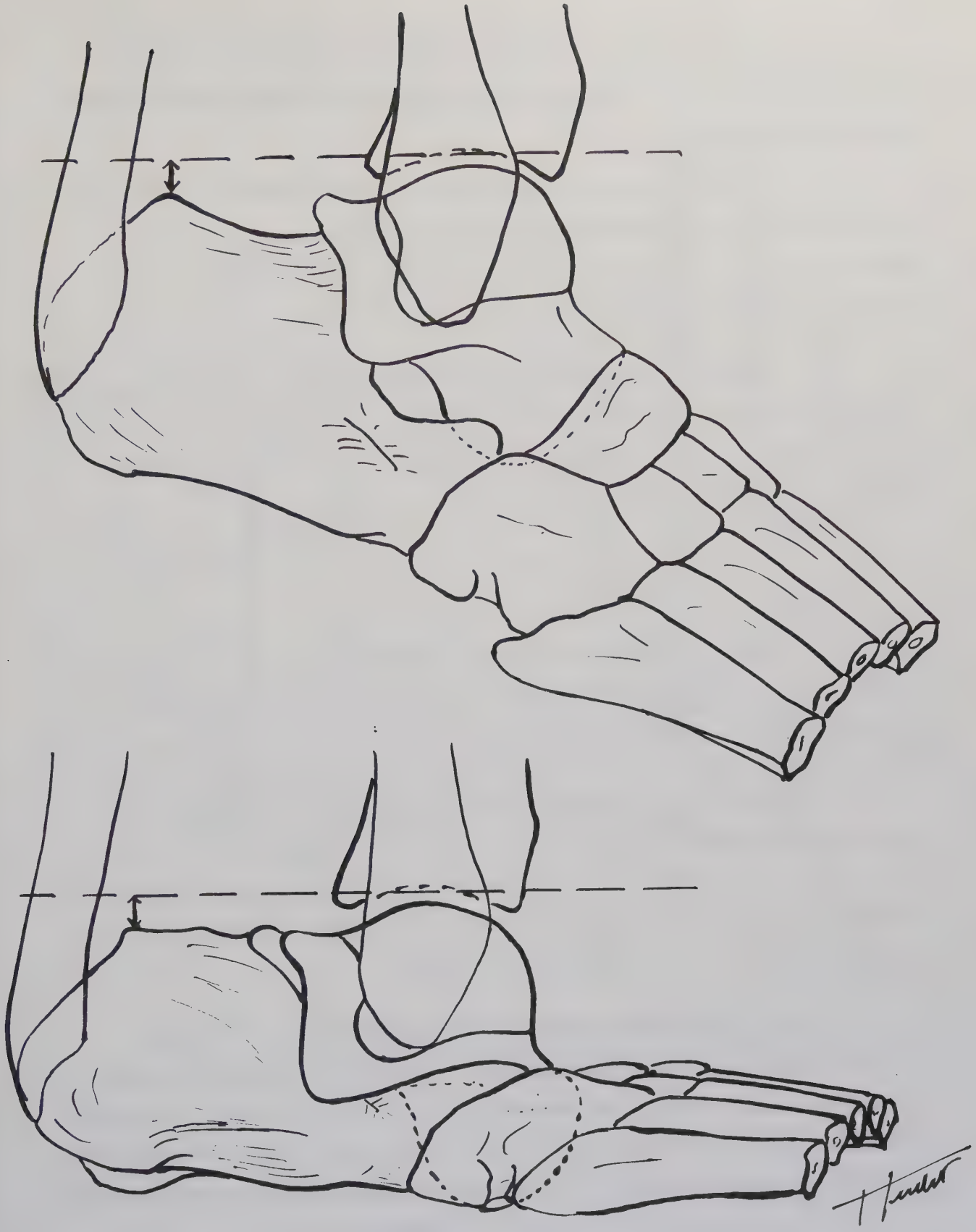


Figure 18 : Pied plat dit "par Achille court"

C - A l'opposé, l'action varisante ou valgisante d'Achille peut apparaître en cas de déséquilibre musculaire primitif entre muscle éverseur et inverseur.

La position en valgus ou en varus permanent du calcanéum rompt l'équilibre instable de la traction d'Achille : celui-ci voit son moment d'action apparaître et augmenter au fur et à mesure que la bascule s'accroît (fig.19).

Aussiune déformation par déséquilibre musculaire transversal est aggravée par l'action du triceps, et cette aggravation crée un cercle vicieux donnant au triceps une action d'autant plus déformante que la déformation est importante.

En conclusion de cette étude anatomique et physiologique, nous voudrions insister sur ce qui nous apparait comme l'élément fondamental des malformations du pied :

- la position relative de l'astragale et du calcanéum

Cette position imposée par des surfaces articulaires au jeu précis :

. commande directement par ses mouvements indissolublement liés de valgus-varus, abduction-adduction, talus-équin, la morphologie et la hauteur de l'arrière-pied.

. le jeu de l'interligne médiotarsien est lié à celui de l'articulation astragalienne. Scaphoïde et cuboïde transmettent aux 2 arches longitudinales des positions relatives imposées par l'astragale et le calcanéum, mais amplifiées dans leur mouvement par le jeu imposé à l'articulation de Chopart à la suite de l'articulation sous-astragalienne par leur morphologie osseuse et leurs ligaments.

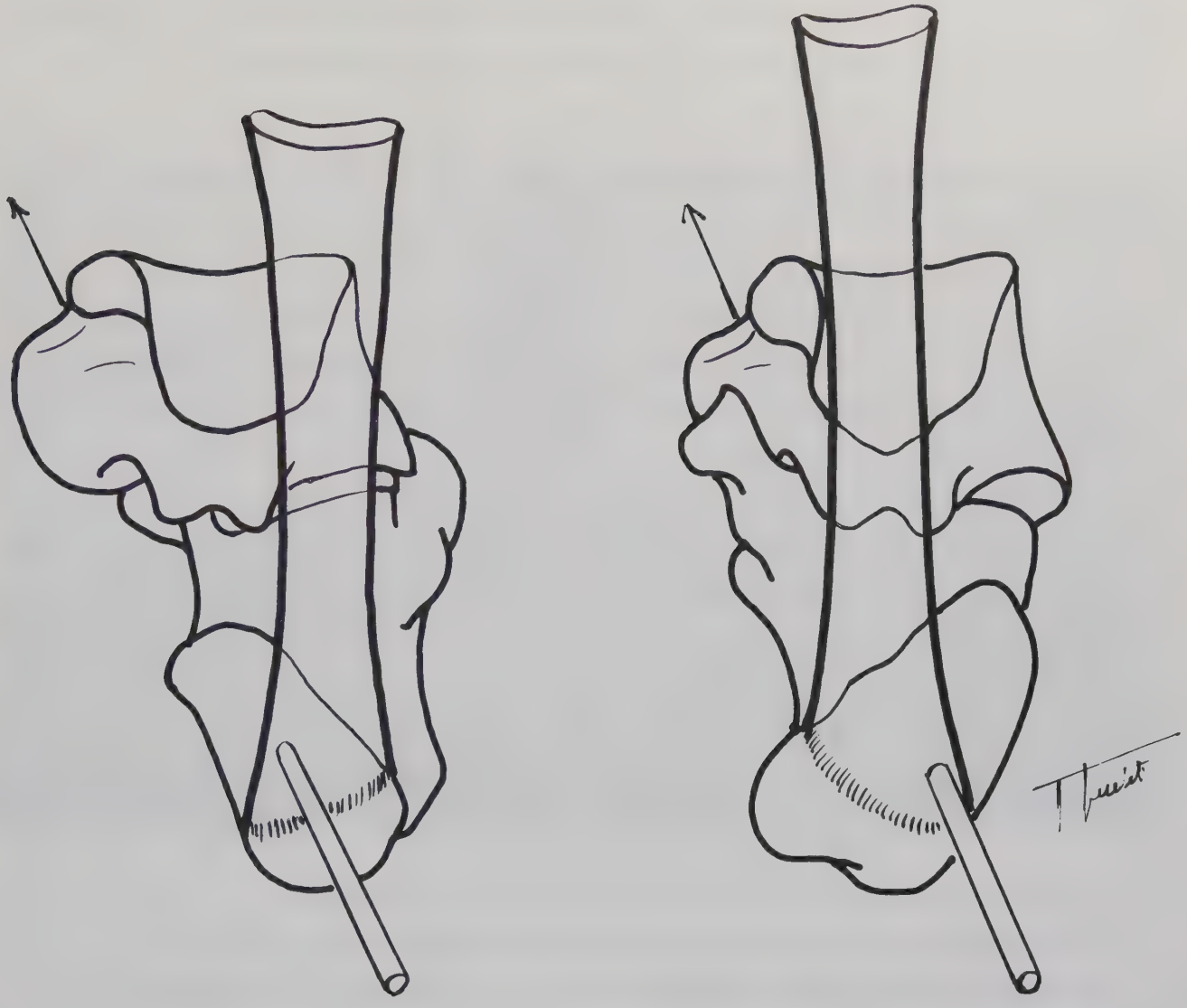


Figure 19 : Le tendon d'Achille crée un équilibre instable ; il peut être valgisant ou varisant selon la position du calcanéum sous l'astragale.

La mesure des rapports astragalo-calcanéens devient de ce fait, le temps essentiel, chiffrable et précis de l'examen du pied malformé.

Elle se fait selon les projections dans les 3 plans de l'espace des mouvements angulaires du calcanéum sous l'astragale.

- de face, c'est la mesure du valgus-varus calcanéen dont l'appréciation la plus exacte est donnée par l'examen clinique et photographique de l'axe du talon en charge, vu par derrière.

- de profil, la mesure radiologique de l'angle fait par les axes astragalien et calcanéen ou angle de divergence astragalo-calcanéen de profil, estime le talus-équin sur clichés faits en charge ; les chiffres normaux se situent autour de 30°.

- de face, l'incidence dorso-plantaire, pied en charge, permet de mesurer également l'angle des axes astragalien et calcanéen ; c'est la divergence astragalo-calcanéenne de face, normalement autour de 20°, reflet de l'adduction-abduction (fig.20)

L'examen du pied doit de surcroît :

- rechercher l'éventuelle réductibilité des déformations
- l'association des déformations secondaires de l'avant-pied
- et faire le bilan musculaire soigneux en se souvenant de la physiologie de chaque muscle. Ce bilan a un triple but :
  - . étiologique
  - . pathologique
  - . et thérapeutique.

Ce n'est qu'après cet examen, complété d'un examen général, que peut se discuter l'attitude thérapeutique devant les malpositions et malformations du pied.

Figure 20 : Sur un pied normal, la divergence de profil avoisine 30° ; la divergence de face, 20°.

Figure 21 : Pied plat valgus : le valgus du talon, la divergence de face, la divergence de profil.

DEUXIEME PARTIE : DEDUCTIONS CLINIQUES

A la lumière de cette étude anatomo-physiologique, nous allons étudier les déformations congénitales ou acquises mettant en jeu le fonctionnement de la sous-astragalienne telle qu'on les observe en clinique.

Cette étude clinique met en évidence la parfaite concordance qui existe entre les possibilités de mouvements précisés dans la première partie et les déformations observées.

Les exemples les plus purs sont apportés par les déformations congénitales en valgus et en varus du petit enfant.

Nous étudierons donc en premier :

- le pied plat valgus
- et le pied bot varus équin.

LE PIED PLAT VALGUS

Parmi tous les pieds plats de l'enfant, c'est le pied plat dit congénital qui comporte les déformations les plus caractéristiques celles de l'habituel pied plat essentiel sont certes les mêmes mais leur faible degré en rend l'étude moins explicite.

1) Etude clinique et radiologique (fig.21)

L'aspect clinique et radiologique du pied plat grave est actuellement bien connu et nous n'en rappellerons que l'essentiel.

A - Cliniquement :

Globalement, le pied apparaît plat dans son ensemble et incapable de maintenir sa voûte plantaire en charge. Examinons chacune de ses déformations :

- En arrière, le talon est déporté en dehors, repré sentant le valgus calcanéen.

- A la partie moyenne :

. en dedans, la tête astragalienne saille au-dessous et en avant de la malléole interne : c'est la 2e malléole d'Ombredanne.

. En dehors, le bord externe du pied est déporté vers l'extérieur.

- Au niveau de l'avant-pied, au-delà de l'articulation de Chopart, il existe une abduction et une pronation globale. L'arche interne est aplatie au sol, déportée en dehors, déformation dont l'aspect est aggravé par la saillie du scaphoïde.

B - Radiologiquement :

1) Sur le profil en charge :

- l'astragale apparait plongeant, son grand axe est fortement oblique en bas et en avant.

La tête astragalienne peut aller jusqu'à se superposer à la grande apophyse calcanéenne.

- Le calcanéum est le plus souvent horizontal, parfois même oblique en bas et en avant.

Ainsi apparaît déjà entre les axes de l'astragale et du calcanéum, un angle ouvert en arrière, dont la valeur est nettement supérieure à la normale.

- Au niveau de la médiotarsienne, il existe une cassure qui peut être mesurée par l'angle axe de l'astragale - axe du premier métatarsien, ici horizontal.

Rappelons que normalement ces deux os sont alignés avec le scaphoïde et le premier cunéiforme pour former une arche interne rectiligne.

- Au niveau de l'avant-pied, le premier métatarsien est couché sur le sol tandis que les autres se projettent au même niveau ou au-dessus de lui.

2) Sur le cliché de face en charge

La même anomalie des rapports astragalo-calcanéens apparaît sur l'angle anormalement ouvert en avant inscrit entre leurs axes respectifs.
L'avant-pied est déjeté en dehors, ce qui est parfaitement visible au niveau de l'arche interne : l'axe de l'astragale ne passe plus par le scaphoïde.
Il existe une angulation à sinus externe entre les axes de l'astragale et du premier métatarsien.

2) Tel est l'aspect clinique et radiologique du pied plat congénital : à quoi correspond-il ?

A - C'est l'aspect exact qui donne un mouvement d'éversion.
En effet, nous retrouvons tous les mouvements élémentaires, inévitablement associés par la morphologie des surfaces osseuses et du système ligamentaire, qui caractérisent l'éversion.

Rappelons ces mouvements élémentaires :

- Au niveau du calcanéum :
  . c'est le valgus, qu'apprécie la clinique
  . c'est le talus relatif sous l'astragale et l'abduction, appréciés par les angles de divergence de face et de profil.
- Au niveau de la médiotarsienne ;

L'amplification de tous les mouvements angulaires et linéaires achève d'entraîner les déformations décrites et de caractériser l'éversion.

B - Mais le fait pathologique réside dans le caractère

- exagéré
- et permanent

de cette éversion.

En effet, le bloc calcanéo-pédieux a poursuivi son échappée autour de l'astragale, réalisant ce qui sera appelé un :
"déchaussement du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale"

C - Les conséquences de ce déchaussement

Elles naissent de la nécessité de poser ce pied à plat au sol.
- La compensation du talus calcanéen relatif ne peut se faire que dans la tibiotarsienne, entraînant la plongée de l'astragale en équin.
- La pronation, corollaire amplifié du valgus calcanéen au niveau de l'avant-pied entraîne un appui trop précoce et isolé de l'arche interne. Pour se mettre à plat et permettre à tout l'avant-pied de reposer au sol, elle nécessite une compensation : c'est la cassure de l'arche interne par subluxation dorsale du scaphoïde et du premier cunéiforme.

A l'extrême, dans le pied convexe congénital, la dislocation sous-astragalienne est telle qu'elle s'associe à une luxation complète du scaphoïde sur le col de l'astragale.

D - C'est encore la révolution autour du double cône astragalo-calcanéen réalisant l'éversion qui explique l'aspect radiologique intrinsèque de l'ombre calcanéenne sur le cliché de profil.

- Le raccourcissement n'est pas un aspect fréquent dans le pied plat congénital. Son aspect radiologique, quand il existe, est dû à la vue en fuite et non plus de profil, d'un calcanéum en abduction excessive.

- L'horizontalisation est beaucoup plus fréquente. La recherche de sa signification peut avoir des conséquences thérapeutiques, nous le reverrons. Habituellement, elle est due à une rétraction du tendon d'Achille, qu'elle soit primitive ou secondaire.

Mais l'horizontalisation n'est en fait qu'une image radiologique, et à côté de l'équin vrai, il y a un aspect d'aggravation de cette horizontalisation due à la projection radiologique de profil du calcanéum œuché en valgus
En effet, cette rotation en valgus entraîne un mouvement circulaire des tubérosités postérieures autour de l'axe de Henke. ce mouvement circulaire les porte en dehors tout d'abord puis vers le haut, effaçant l'image de saillie plantaire.

- Dernière conséquence de l'éversion :
L'allongement de l'arche interne, sur laquelle ont insisté MEARY et EVANS.
Il est dû au recul calcanéen de l'éversion, qui reporte en arrière l'origine de l'arche externe, et allonge relativement l'arche interne.

. dans les grands déchaussements calcanéo-pédieux, cet allongement est compensé par la cassure de cette arche et ne se manifeste pas.

. A l'opposé, dans les déformations moins importantes, il peut se traduire par un hallux valgus.

Nous avons, dans ce chapitre, mis en évidence un parallélisme complet entre la physiologie et la pathologie.
Ce parallélisme nous semble d'autant plus justifié qu'il existe <u>des formes de passage</u> entre ce qui est physiologique et ce qui est pathologique.

Ce sont les cas où l'éversion de la sous-astragalienne naît d'une <u>nécessité de compensation</u>, rendue réalisable par l'une au moins des possibilités de mouvement.

L'éversion représente ici un exemple d'adaptation fonctionnelle au niveau de la sous-astragalienne et peut se voir :

. dans les vices de rotation du squelette du membre inférieur,

. et dans les rétractions du tendon d'Achille.

- Les vices de rotation du squelette du membre inférieur peuvent être :

° une rotation interne du squelette jambier, comme l'a confirmé BERGMAN dans une étude portant sur 1000 pieds ;

° ou une antéversion du col fémoral insuffisamment compensée par une dérotation externe du squelette jambier, c'est un fait bien connu.

Les mortaises tibiopéroniers regardent en dedans. L'adaptation de l'axe d s pieds ne peut se faire que dans la rotation externe du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale, ou abduction, ma is cela au prix de tous les mouvements qui lui sont associés dans l'éversion, en particulier le valgus calcanéen.

- Le pied plat dit "par Achille court"

Ici le besoin de compensation qui entrainera l'éversion, est la réduction de hauteur de l'arrière-pied, seul moyen de poser la plante à plat. Nous avons étudié ce mécanisme dans la physiologie d'Achille.

Les pieds plats par "Achille court" appellent une remarque :

Cette brièveté d'Achille ne devient évidente souvent qu'une fois la hauteur de l'arrière-pied retrouvée par mise en inversion du bloc calcanéo-pédieux : l'équin devient irréductible.

LE PIED BOT VARUS EQUIN CONGENITAL

Le pied bot varus équin congénital réalise un aspect diamétralement opposé au précédent.

I ETUDE CLINIQUE ET RADIOLOGIQUE

A - Cliniquement (fig.22)

Globalement le pied est le siège d'une déformation complexe dont la réductibilité spontanée ne peut être obtenue.
Quels sont les éléments de cette déformation ?

- En arrière :

Le talon est basculé en dedans et vers le haut

- A la partie moyenne :

La tête astragalienne saille anormalement au dos du pied, en avant de la malléole externe, où on la palpe.
Par contre, la grande apophyse calcanéenne est partie au-dessous d'elle abaissant le bord externe du pied.

- Au niveau de l'avant-pied :

. L'arche interne, devenue supérieure, est creusée par une inflexion à concavité supéro-interne ;
. L'arche externe, devenue inférieure, paraît allongée et convexe ;
. La plante dans son ensemble, regarde en dedans, et ce plus encore à sa partie antérieure qu'au niveau du talon : c'est la supination de l'avant-pied.

B - Radiologiquement (fig.22)

- Sur le profil, en position de réduction maximale :

. l'astragale est en équin

. Le calcanéum apparaît situé entièrement en dessous de lui dans un équin relatif plus important : en effet, l'angle de divergence est ici inférieur à la normale, parfois égal à 0°, réalisant un parallélisme astragalo-calcanéen.

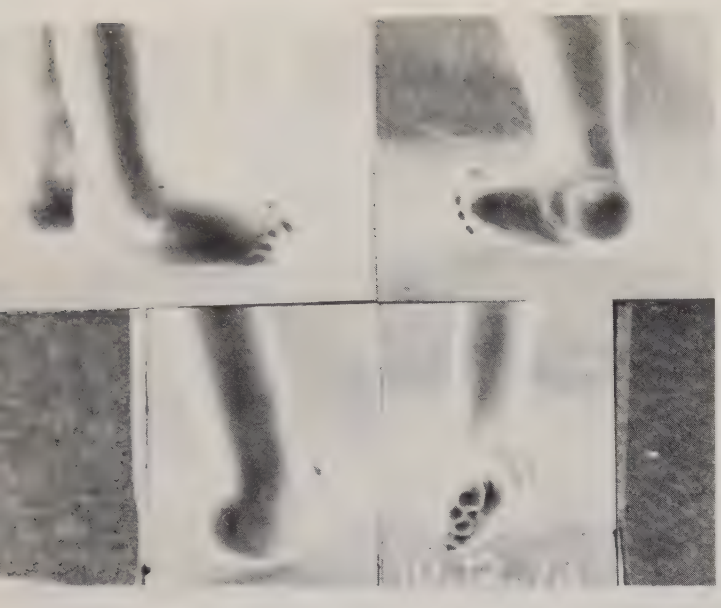


Figure 22 : Pied bot varus équin congénital invétéré : l'aspect clinique, l'aspect radiographique : la reposition du bloc calcanéo-pédieux fixé par 2 broches.

. Le scaphoïde et le cuboïde se projettent l'un au-dessus de l'autre, totalement dégagés, tous les deux en position basse, respectivement devant la tête astragalienne et la grande apophyse calcanéenne.

. La palette métatarsienne apparaît développée.

- Sur la face :

. La même anomalie des axes astragalien et calcanéen apparaît : l'angle de divergence est inférieur à la normale, parfois nul, l'astragale se superposant au calcanéum, voire même en dehors de la grande apophyse.

. L'avant-pied est en position d'adduction, traduite par l'aspect de subluxation interne du scaphoïde à la face interne du col de l'astragale et la translation interne du cuboïde qui découvre la partie antéro-externe de la grande apophyse.

. Enfin les cunéiformes sont superposés, de même que la base des métatarsiens.

. L'avant-pied est déjeté en dedans par rapport à l'arrière-pied, ainsi qu'en témoignent la convexité du 5e rayon et surtout l'angle à sinus interne que fait l'axe de l'astragale avec celui du premier métatarsien.

II A QUOI CORRESPOND CET ASPECT CLINIQUE ET RADIOLOGIQUE du pied bot varus équin congénital ?

A - Il a l'aspect exact d'une inversion physiologique.

De même que le pied plat valgus a été comparé au mouvement d'éversion nous pouvons comparer le pied bot varus équin au mouvement d'inversion : Nous en retrouvons en effet tous les déplacements élémentaires ; les voici brièvement rappelés :

- le varus, l'équin et l'adduction calcanéenne avec avancée descendante de la grande apophyse ;

- au niveau de la médiotarsienne, l'amplification de tous ces mouvements imprime l'aspect de l'avant-pied.

Tout ceci reproduit la physiologie que nous avons déjà étudiée.

B - Ici encore, le fait pathologique réside dans le caractère permanent et exagéré de cette malposition en inversion du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale.

C - Les conséquences de cette inversion se font sentir dans les rapports qui existent entre les déformations élémentaires.

- Au niveau du calcanéum :

. La bascule en varus translate la partie basse de la grosse tubérosité en dedans puis vers le haut.

. Avec elle, l'insertion du tenson d'Achille.

. Celui-ci va donc dans les déformations très accentuées, voir son trajet se raccourcir et permettre un certain de gré de réduction de l'équin. Ceci explique qu'un pied bot à grande déformation soit plus varus qu'équin.

- L'étude physiologique nous permet de mieux comprendre ce qui est conseillé depuis longtemps dans les vieux traités d'Orthopédie infantile : l'ordre de correction des déformations : adduction, varus puis équin.

En effet c'est encore cette insertion du tendon d'Achille au-dessous de l'axe de Henke qui impose cet ordre logique : sa rétraction, si elle n'est pas relachée par une mise en équin accentuée, interdit la correction du varus de l'adduction du bloc calcanéo-pédieux.

Nous avons vu que la remise en place du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale passe automatiquement par la correction du varus calcanéen Or la correction de ce varus entraine un abaissement de l'insertion du tendon d'Achille : c'est donc en position d'équin qu'il faut tenter de reposer le bloc calcanéo-pédieux, position de relachement maximum du triceps, qui, sïnon , s'oppose totalement au déplacement nécessaire de la grosse tubérosité calcanéenne.

Ce n'est qu'après avoir passé le calcanéum de l'autre côté de la position d'équilibre que le croisement ou déchaussement permet de corriger l'équin : ensuite, plus on éverse et plus le talus devient important.

Nous avions vu dans les déformations en éversion que le rechaussement du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale faisait apparaître une mise en tension du tendon d'Achille pouvant aller jusqu'à l'équin.

Ce fait vient d'être retrouvé dans les déformations en inversion.

Il faut en tirer un principe fondamental :

TOUTE CORRECTION D'UNE MALPOSITION DE L'ARRIERE PIED DOIT FAIRE DISCUTER L'ALLONGEMENT DU TENDON D'ACHILLE.

Telles sont les déformations congénitales les plus caractéristiques en inversion et en éversion.

La conception totalement "physiologique" que nous en avons est applicable chez les petits enfants dont les maquettes ostéo-cartilagineuses du squelette du pied ont une morphologie normale.

L'attitude en inversion ou en éversion y est proportionnelles à la malposition astragalo-calcanéenne et, en principe, anatomiquement réversible avec la correction de cette malposition.

Mais notons tout de suite que ce stade va être rapidement dépassé par la mise en jeu des lois de DELPECH :

La croissance osseuse anormale guidée par les contraintes anormales va bientôt faire disparaître cette réversibilité, nous en verrons plus loin les conséquences.

LE TRAITEMENT DES MALPOSITIONS CONGENITALES

Voilà donc défini le but du traitement de ces vices architecturaux :

- rétablir les rapports osseux normaux tant que cela est possible,
- maintenir ces rapports normaux le temps de la croissance osseuse.

Les moyens de ce traitement découlent logiquement des conclusions de l'étude anatomo-physiologique du pied :

Quand elle n'a pas été obtenue par les moyens orthopédiques bien adaptés et bien suivis, la remise en place chirurgicale du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale passe en premier lieu par le rétablissement des rapports normaux entre astragale et calcanéum ; le bloc calcanéo-pédieux suivra le calcanéum.

Selon le point de départ, en éversion ou en inversion, le geste chirurgical est intitulé :

- Pour la correction de l'éversion
  CAVALIER - REMISE EN SELLE - RECHAUSSEMENT - ou DECROISEMENT.

- Pour la correction de l'inversion
  ANTICAVALIER - DECHAUSSEMENT ou CROISEMENT.

Avant de préciser les modalités de ces interventions, il faut bien comprendre :

- et la logique de leur mécanisme.
- et leurs conséquences morphologiques immédiates c'est-à-dire
  . ce que l'on peut attendre d'elles et d'ailleurs
  . ce que l'on doit en obtenir tant au niveau de l'arrière-pied que de l'avant-pied.

Le cavalier , par un geste limité sur la sous astragalienne et la médio-tarsienne, met en jeu tous les mécanismes de l'inversion.
Cette correction d'une divergence excessive par le biais du bloc calcanéo-pédieux , modifie la morphologie de la totalité du pied.

En effet la reposition de la tête astragalienne dans ses rapports normaux avec la partie antérieure du calcanéum, en faisant jouer le bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale, est une manoeuvre inversante qui va , sur ses surfaces articulaires encore intactes, entrainer tous les éléments de l'inversion. C'est-à-dire :

- le varus, l'équin et l'adduction, déplacement angulaire associé du calcanéum.

- le rétablissement de rapports normaux de direction et de longueur des deux arches. Ce temps est guidé par la mise en place précise et le maintien du scaphoïde devant la tête astragalienne, dans l'axe du col. Le cuboïde est pris entre , en dedans un scaphoïde revenu à sa place normale devant l'astragale et, en arrière le calcanéum dont la grande apophyse s'est abaissée et avancée dans sa position normale par rapport à la tête de l'astragale. Amarré de court au scaphoïde et au calcanéum, le cuboïde ne peut que prendre une bonne place.

L'anti-cavalier partant de la déformation opposée répond aux mêmes principes et aboutit aux mêmes conséquences morphologiques.

Parmi les conséquences anatomo-physiologiques du croisement et du décroisement, il en est quelques unes dont il faut toujours se souvenir :

- Si un anticavalier, manoeuvre éversante peut créer un talus relatif, un cavalier, manoeuvre inversante, augmente la hauteur de l'arrière-pied et crée ou fait apparaître un équin.

Ceci est tellement vrai que l'apparition de cet équin est considérée comme un témoin de bonne reposition. Cet équin enfin, nous l'avons vu doit toujours faire discuter un allongement du tendon d'Achille.

- La composante d'adduction ou d'abduction, selon le sens de la reposition, peut, elle, faire apparaître des vices de rotation du squelette jambier sous lequel le pied est bien réaligné.

I - LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES MALPOSITIONS EN EVERSION

Il passe pour nous automatiquement par le cavalier , manoeuvre logique corrigeant la totalité des éléments de la malposition.

A - REVUE DE LA LITTERATURE

Avant de préciser les détails techniques de l'opération du Cavalier telle qu'elle a été décrite par Jean JUDET en 1962 , nous allons faire un bref inventaire des autres méthodes proposées que nous avons retrouvées dans la littérature : leur multiplicité se conçoit par le fait que en présence d'un vice architectural associant de nombreux composants les auteurs ont accordé la prédominance à l'un ou à l'autre.

Quelles qu'elles soient, toutes ces méthodes nées d'un but de correction partiel., ou d'une compréhension partielle du principe pathogénique, ne peuvent avoir à nos yeux que des résultats incomplets.

Ce peut-être :

1 - La correction de l'équin calcanéen par ostéotomie de GLEISCH

2 - La correction du valgus calcanéen par arthrolyse ou plutôt arthrodèse de GRICE

3 - La correction de la déformation de l'arche interne

- ° par résection simple de la tête astragalienne, comme le faisait NOVE - JOSSERAND.
- ° l'arthrodèse astragalo-scaphoïdienne selon OGSTON.
- ° le redressement de la "cassure" par ostéotomies étagées utilisées par NIEDERECKER.

4 - La correction au contraire peut porter le raccourcissement relatif de l'arche externe comme l'a récemment proposé EVANS.

5 - Enfin dans un but étiologique, certains ont pratiqué l'allongement isolé du tendon d'Achille.

Tous ces gestes, et bien d'autres encore, utilisés isolément ou en association ne sont que symptomatiques. (1)

Rares sont les auteurs qui ont utilisé le rôle primordial et directeur de la malposition astragalo-calcanéenne dans le traitement des vices architecturaux en éversion.

Il faut citer :

ROCHER qui décrivait en 1923 une reposition astragalo-calcanéenne qu'il ne fixait pas.

HEYMAN, en 1963 qui utilise dans les cadre des pieds convexes congénitaux une technique proche du Cavalier, jusque dans sa fixation temporaire.

B - LA TECHNIQUE DU CAVALIER (Jean JUDET 1962) (fig.23)

Elle n'a subi que des modifications de détails ; la voici telle qu'elle est pratiquée actuellement :

- Opération menée sous garrot
- Voie d'abord prémalléolaire externe
- Désinsertion du muscle pédieux qui est récliné en avant et en dedans pour préserver son pédicule.
- Section du ligament frondiforme à sa partie externe et basse.
- Il est récliné en dedans et entraine avec lui les tendons et le paquet tibial antérieur-pédieux.
- Temps de libération qui comporte
    - ° l'évidement du sinus tarsien
    - ° et la section circulaire de la capsule astragalo-scaphoïdienne

(1) Il faut cependant noter que certaines de ces manoeuvres, telles le GRICE ou l'arthrodèse astragalo-scaphoïdienne sous entendent un effet de décroisement analogue à celui du Cavalier.

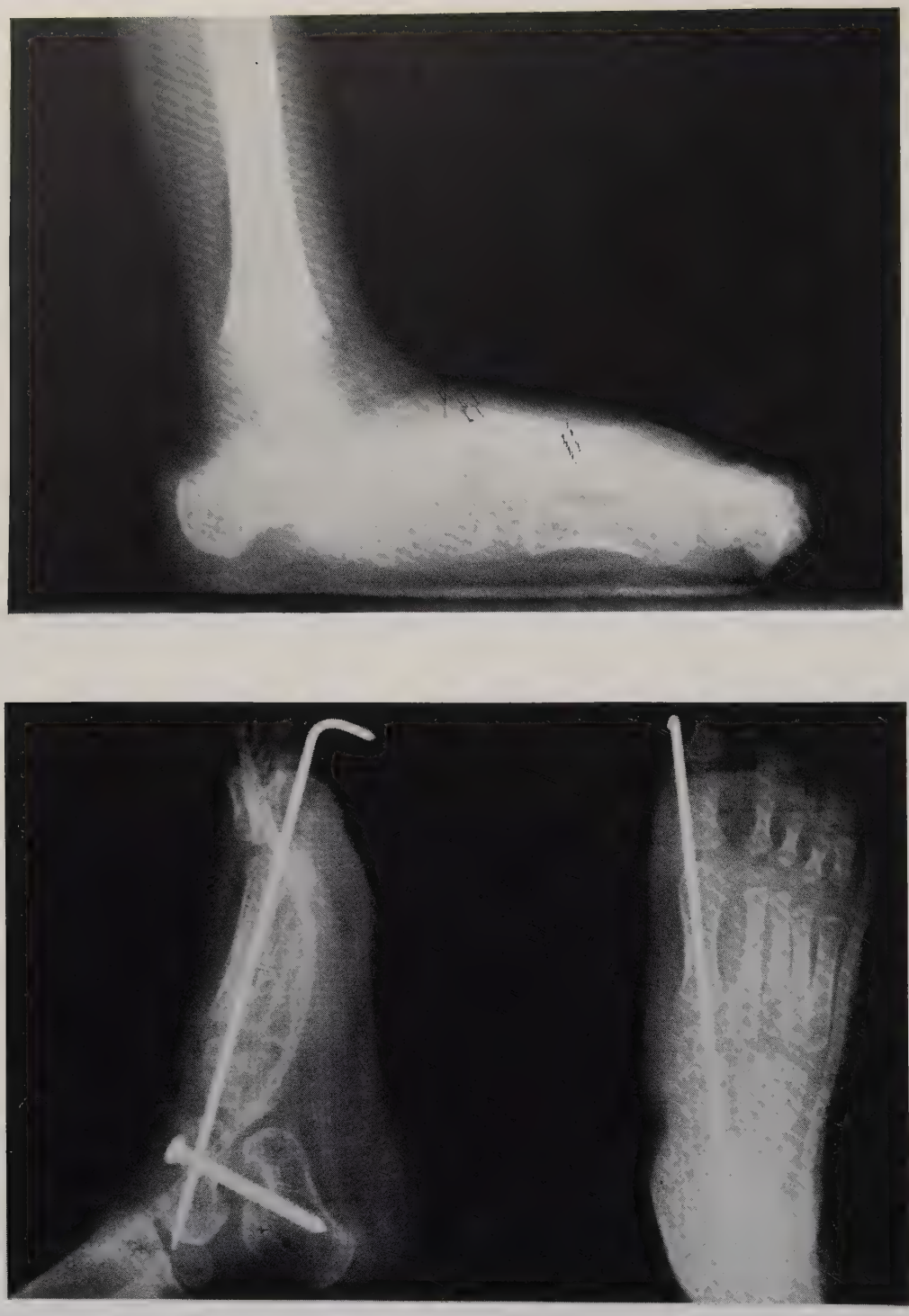


Figure 23 : Pied plat valgus congénital : l'aspect pré-opératoire, la reposition fixée par une vis et une broche.

- La réduction se pratique dès lors par la mise en inversion du bloc calcanéo-pédieux solidement enpaumé ; tandis que simultanément une spatule ou une paire de ciseaux courbes est placée en dedans de la tête de l'astragale et l'attire en dehors.

- Dès lors la reposition peut paraitre suffisante :
Il faut l'évaluer avec précision

  ° Directement sur les rapports de la grande apophyse avec la tête de l'astragale

  ° Indirectement par la perte du talus, témoins d'un rechaussement satisfaisant de l'arrière-pied.

  ° Enfin si on garde le moindre doute, par des radiographies per-opératoires après fixation temporaire par broches.

- Si la correction est bonne, reste à la fixer par une longue vis partant du col de l'astragale, oblique en bas en arrière et un peu en dehors : elle traverse le sinus du tarse et va se ficher dans la tubérosité postéro-externe du calcanéum.

- Si la libération de la tête de l'astragale n'a pas obtenu un jeu suffisant du bloc calcanéo-pédieux dont la réduction reste imparfaite, il faut compléter cette libération en particulier au niveau du ligament en haie. Ce geste permet la correction désirée, vérifiée et fixée de la même façon.

- Deux gestes complémentaires nous semblent actuellement nécessaires :

  ° il faut premièrement stabiliser l'alignement exact de la première colonne sur le col de l'astragale en traversant successivement le premier métatarsien, le premier cunéiforme et le scaphoïde par une broche qui va se ficher dans le col de l'astragale.

° Deuxièmement, il faut allonger le tendon d'Achille par une seconde voie d'abord latéro-achilléenne interne : ceci permet de retrouver le talus que, au minimum, le rechaussement a fait perdre.

- Reste, après l'hémostase, à fermer les incisions sur des drains aspiratifs.
- Immobiliser à angle droit le pied dans une botte plâtrée largement cotonnée.

Dans les suites

. Cette botte est gardée 35 jours.

. Puis elle est retirée en même temps que la broche et remplacée par une botte de marche pour encore 5 semaines.

. La reprise de la marche s'effectue dans des chaussures à tige rigide comprenant une semelle cuir-liège type "pied plat".

. L'ablation de la vis de fixation astragalo-calcanéenne a été faite à une date variable : nous la retirons par une courte incision centrée sur sa tête, souvent palpable, pas avant le 8ème mois, délai dont nous verrons les raisons à l'analyse des résultats.

C - LES RESULTATS DU CAVALIER POUR PIEDS PLATS VALGUS CONGENITAUX -

1 - La revue des cas

Elle concerne 21 pieds opérés entre 1964 et 1974 chez 13 enfants (8 avaient un pied plat bilatéral) qui étaient âgés de 4 à 12 ans.

Nous retirons d'abord de cette série la rareté de l'indication opératoire eu égard au nombre des pieds plats vus en consultation.

2 - L'indication en effet a été posée sur des critères très stricts

° précocité de la déformation

° pente exagérée de l'astragale

° horizontalisation du calcanéum

° importance de la cassure de l'arche interne évaluée par l'angle que fait l'axe du premier métatarsien avec celui de l'astragale

3 - Les résultats globaux

Leur examen découvre :

- 9 résultats parfaits
- 11 acceptables
- 1 mauvais

° Le mauvais résultat résulte d'une hypercorrection créant un varus calcanéen de 10° : il a dû être repris ultérieurement par double arthrodèse.

° les résultats acceptables présentent :

- 3 fois une récidive partielle de la déformation : la vis avait été retirée au 3ème mois.
- 8 fois un enraidissement de la sous astragalienne chez les enfants les plus âgés de la série.

4 - Les conclusions tirées de cette revue ont précisé l'indication et la technique.

° l'indication doit être portée

- sur des pieds plats graves rebelles aux moyens orthopédique
- avant l'apparition d'une incongruence articulaire non remodelable par la croissance après décroisement, et facteur d'enraidissement.

° en pratique l'âge limite de l'indication du Cavalier se situe vers 7 - 8 ans.

° La technique doit être extrêmement précise, en particulier, lors du temps de réglage de la réduction.

L'allongement du tendon d'Achille doit être systématique

La vis doit être laissée en place 8 mois.

Les récidives en plat-valgus sont surtout survenues dans les cas où le tendon d'Achille a été laissé rétracté et la vis enlevée trop précocement.

II - LE TRAITEMENT DU PIED BOT VARUS EQUIN FIXE

En cas d'échec d'un traitement orthopédique bien conduit, le traitement chirurgical répond exactement aux mêmes principes

- La reposition des os du tarse en bonne position par libération des éléments rétractés
- et la fixation temporaire en bonne place de cette reposition :

Ces rapports normaux sont ensuite maintenus par les moyens orthopédiques jusqu'à la fin de la croissance.

Le temps directeur de cette reposition réside dans le rétablissement de rapports astragalo-calcanéens normaux : ceci permettra au bloc calcanéo-pédieux de retrouver dans son ensemble une position anatomique.

A - REVUE DE LA LITTERATURE

Ici encore tout geste ne passant pas par la reposition astragalo-calcanéenne ne nous semble pas pouvoir apporter la correction de la totalité des déformations.

1 - L'allongement et le redressement de l'arche interne concave par des libérations localisées, PHELPS-KIRMISSON ou NOVE-JOSSERAND, ou l'ouverture systématique de tous les interlignes internes de CODIVILLA , rétablissent une apparente morphologie. Mais cette morphologie s'obstient au prix de bâillements articulaires, certes limités car répartis sur de nombreuses articulations dans les grandes libérations, mais toujours facteur d'une incongruence dificilement remodelable.

2 - A l'opposé il peut s'agir du redressement de l'arche externe convexe par son raccourcissement systématique : évidement cuboïdien, résection cunéiforme arthrodésante ou non quand il ne s'agit pas des pratiques classiques de réduction forcée de la déformation. :

Elles associaient allongements et tassements dans un ordre , une proportion et une extension bien peu systématisée.

3 - Enfin ce peut-être la création d'un nouvel équilibre de l'appui du pied par correction isolée du varus calcanéen par ostéotomie de DWYER qui semble, malgré son caractère dynamique, bien souvent nécessiter des gestes complémentaires.

Le seul moyen d'obtenir par un seul geste la correction de toutes les déformations élémentaires est de corriger la malposition astragalo-calcanéenne.

C'est le but du :

Grand allongement interne et postérieur avec effet anticavalier

ou

anticavalier

B.- LA TECHNIQUE DE L'ANTICAVALIER

- Sous garrot
- La voie d'abord est arciforme, partant haut en arrière de la malléole interne, elle la contourne et suit le bord interne du pied jusqu'à l' articulation métatarso-phalangienne
- Il faut d'embler repérer, disséquer et protéger sur un lac le pédicule vasculo-nerveux tibial postérieur.
- Les tendons sont isolés et sectionnés longitudinalement pour préparer leur allongement :
  - ° le tendon d'ACHILLE qui ouvre la voie de la capsulotomie postérieure.
  - ° le jambier postérieur
  - ° les tendons fléchisseurs propre et commun des orteils dont l'allongement est aussi le plus souvent nécessaire.

Les extrémités correspondantes des tendons sectionnés sont repérées pour préparer leur réparation.

- Ici commence le temps de libération ligamentaire

Il doit respecter à tout prix les faisceaux postérieurs du ligament latéral interne de la cheville qui maintiendront l'astragale en place lors du temps de réduction.

On pratique d'arrière en avant une capsulotomie circulaire de la sous astragalienne, ce qui en permet une ouverture partielle.

Puis la tête de l'astragale est libérée par capsulotomie astragalo-scaphoïdienne.

Ce deuxième temps permet une plus large ouverture de la sous astragalienne et de l'extrémité interne du sinus du tarse : il est possible de sectionner la haie de farabeuf .

On termine la libération de tous les interlignes internes : scapho-cunéen, articulation de Lisfranc.

- Dès lors le temps de reposition du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale est possible : il se fait par une manoeuvre simultanée de mise en éversion du pied et de maintien en dedans du col de l'astragale à l'aide d'une spatule.

- Le réglage de cette reposition est très délicat et doit être très précis. On l'évalue :

  ° sur le degré de valgus du talon.

  ° sur la saillie de la tête astragalienne.

  ° et au moindre doute sur des clichés per-opératoires après fixation.

- La réduction obtenue est fixée par deux broches
  - ° Une broche calcanéo-astragalo tibiale enfoncée à partir de la plante
    - fixe la divergence rétablie à son degré normal
    - et maintient le pied à angle droit.
  - ° Une broche longitudinale dans l'arche interne en stabilise l'alignement sur le col de l'astragale.
- La fermeture après réparation des tendons avec le degré d'allongement nécessaire se fait sur drainage aspiratif.
- Un plâtre cruro-pédieux largement cotonné est confectionné.

Les suites opératoires doivent comporter :

- L'ablation du premier plâtre et des broches au 35ème jour.
- L'immobilisation dans un nouveau plâtre cruro-pédieux 5 semaines encore.
- La marche est ensuite reprise dans des chaussures orthopédiques à tige rigide. Les manipulations et attelles de nuit sont également de mise pour conserver la bonne reposition.

C - LES RESULTATS DE L'ANTICAVALIER

1 - L'étude des cas

Elle porte sur 7O pieds bots congénitaux revus chez des enfants âges de 8 mois à 1O ans. (moyenne : 2 ans)

Elle montre que tous étaient des pieds présentant des formes majeures de déformation, véritable catastrophe fonctionnelle le plus souvent déjà multiopérée. : 6 seulement de ces 7o pieds n'avaient pas encore subi d'intervention.

2 - Le bilan global des résultats révèle

33 pieds considérés comme bons, c'est-à-dire :

pieds posants bien à plat
sans varus résiduel
sans défaut d'appui antérieur.

17 pieds acceptables et

20 mauvais résultats.

L'analyse des résultats imparfaits découvre :

a - Des fautes manifestes de correction

7 pieds plats valgus par hypercorrection.

12 hypocorrections avec varus calcanéen persistant (il faut leur rajouter 6 récidives partielles par mauvaise surveillance ultérieure.

b - 16 pieds creux

8 sont manifestement des équins calcanéens persistants sous l'astragale par croisement insuffisant.

Les 8 autres sont des pieds creux fonctionnels d'apparition secondaire par allongement excessif du tendon d'Achille : ils réalisent avec l'allongement simultané du jambier postérieur, des pieds talus valgus quasi expérimentaux.

c - L'adduction persistante de l'avant-pied

retrouvée 11 fois elle a nécessité un geste correcteur 5 fois : il faut se demander si elle ne signifie pas un défaut de correction de l'arrière-pied .

d - Les déformations de l'astragale

elles ont été retrouvées 11 fois et entrent dans l'étiologie de 18 enraidissements tibiotarsiens et doivent faire chercher leur origine plus dans des traitements antérieurs mal menés ou des déformations directement en rapport avec le pied bot, bien décrites par ADAMS et Charles NELATON.

Il n'a pas été noté de nécrose astragalienne secondaire à l'intervention.

e - Enfin seule la moitié des sous astragaliennes présentent une mobilité proche de la normale : l'âge auquel l'indication opératoire a été portée semble ici jouer un rôle majeur.

C'est dire, pour conclure ce chapître, que l'anticavalier est une intervention difficile, dont le réglage doit être parfait. Elle doit être considérée comme une opération de rattrapage de l'échec d'un traitement initial correct, et ne dispense pas d'une surveillance orthopédique longtemps poursuivie.

III - LES DEFORMATIONS DE L'ADULTE

Nous avons vu les possibilités que donne la physiologie articulaire pour concevoir l'analyse et le traitement des vices architecturaux de l'arrière-pied de l'enfant, simples malpositions d'os de morphologie sensiblement normale et qui, sous l'effet d'une croissance en bonne position, permettent d'obtenir à l'âge adulte un pied sensiblement normal.

On peut en rapprocher les malpositions du pied de l'adulte acquises récemment et qui ne présentent pas de déformations osseuses.

Par contre il faut leur opposer les déformations évoluées de l'enfant :
- les lois de DELPECH ont joué.
- des contraintes anormales ont entrainé une croissance osseuse anormale, déformant les os et les surfaces articulaires.

Aussi la distinction classique

Enfant- intervention sur les parties molles

Adulte - intervention osseuse

n'est-elle pas un reflet exact de la vérité.

Certes, la double arthrodèse doit attendre l'âge de 12 ans pour des problèmes de fusion et de croissance osseuse, mais c'est souvent beaucoup plus tôt que le pied malformé a vieilli.

En effet on peut considérer le pied comme "jeune" tant qu'il présente ce que nous appellerons une possibilité de "réduction congruente"

Ceci veut dire une possibilité de mise en jeu des mouvements du bloc calcanéo-pédieux par reposition dans ses rapports normaux avec l'astragale qui ne crée pas d'incongruence articulaire tant au niveau de la sous astragalienne qu'au niveau des interlignes du bloc lui-même.

Ceci introduit la notion de "vieillissement" d'un pied.
C'est-à-dire la date d'apparition de l'impossibilité de réduction congruante , c'est-à-dire encore l'altération de la morphologie osseuse qui ne permet plus un jeu articulé au moins jusqu'à une position d'équilibre du pied.

Ce vieillissement survient à des dates variables, mais il est souvent très précoce, en particulier dans les grandes déformations telles le pied convexe congénital et certains pieds bots varus équin.
C'est dire enfin l'intérêt d'un traitement très précoce visant à rétablir tant que cela est possible des rapports anatomiques strictement normaux entre des os dont la croissance se fera alors normalement.

APPLICATIONS THERAPEUTIQUES

- Tout d'abord, passé l'âge limite des repositions, à savoir autour de 7 ans, il faut savoir attendre l'âge de la double arthrodèse, autour de 12 ans.

a - La double arthrodèse elle-même doit répondre aux règles de la reposition du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale.

En effet l'incongruence est rarement telle qu'il ne soit pas possible, par la mise en jeu du calcanéum sous l'astragale, de corriger une partie au moins de l'éversion ou de l'inversion fixée du pied.

Cette mise en jeu ne peut être obtenue que par une large voie d'abord prémalléolaire avec ouverture complète des articulations médio-tarsiennes et sous astragaliennes. Le rechaussement ou le déchaussement sont alors possibles, évalués avec la même précision que dans le Cavalier ou l'anticavalier simples.

Les inévitables baillements et déformations résiduels seront corrigés par les avivements des surfaces articulaires, limitant la résection au minimum.

La tarsectomie de principe est rejetée comme mode unique de correction.

Une fois une bonne reposition astragalo-calcanéenne obtenue, avec rétablissement des axes anatomiques, la fixation est faite par une grande vis identique à celle du cavalier.

La médiotarsienne également avivée, est réglée sur l'astragale et le calcanéum, et fixée par 2 agrafes, une astragalo-scaphoïdienne, l'autre calcanéo-cuboïdienne.

Ce rétablissement soigneux de l'anatomie permet d'obtenir des pieds de morphologie et de taille normales, dont la fonction est satisfaisante.

b - La revue de 98 cas de double arthrodèse pour séquelles de pieds congénitaux et de pieds neurologiques, confirme l'amélioration statique et morphologique que donne l'arthrodèse avec reposition astragalienne par rapport à l'arthrodèse avec résection cunéiforme modelante.

Voici le tableau comparatif des résultats des deux techniques :

	Bon résultat	Assez bon résultat	mauvais résultat	
Arthrodèse avec reposition astragalienne	25	14	5	44
Arthrodèse avec résection modelante	16	29	9	54

pieds opérés : 98

LES DEFORMATIONS D'ORIGINE PARALYTIQUE

Nous avons étudié les exemples quasi-expérimentaux de jeux articulaires extrêmes du tarse que représentent le pied plat valgus et les pieds bots varus équins congénitaux.

L'étude des déformations par paralysie périphérique nous apporte la confirmation de l'action des muscles sur la sous-astragalienne.

- Le fait initial ici connu est le déficit d'action d'un ou plusieurs muscles
- Sa conséquence première est une position anormale plus ou moins permanente des os du pied.
- L'aboutissant est la fixation de cette position par des rétractions musculaires et ligamentaires.

La poliomyélite représente l'essentiel de ces pieds neurologiques périphériques. Nous en étudierons rapidement les déformations en éversion, puis en inversion chez l'enfant, avant de dire un mot de l'adulte.

A - LES DEFORMATIONS EN EVERSION D'ORIGINE NEUROLOGIQUE PERIPHERIQUE CHEZ L'ENFANT.

1) Leur étiologie est dessinée par la paralysie des jambiers :

L'extenseur commun et les péroniers, non contrebalancés, entraînent selon les mécanismes que nous avons vus, une éversion du pied :

- valgus de l'arrière-pied
- abduction de l'avant-pied.

Il s'y associe une rétraction du tendon d'Achille, non contrebalancé par le jambier antérieur paralysé : du fait de la bascule externe du calcanéum, le tendon d'Achille rétracté devient également éverseur.

Comme dans le pied plat valgus congénital, cette rétraction peut n'apparaître qu'après rétablissement d'une hauteur normale de l'arrière-pied par correction de la divergence astragalo-calcanéenne.

2) Ailleurs le mécanisme du pied plat valgus poliomyélitique est avant tout cette rétraction du tendon d'Achille.

Les muscles éverseurs et inverseurs sont tous faibles, mais équilibrés, à l'opposé du cas précédent.
Mais la mise à plat du pied se fait au prix d'une dislocation sous-astragalienne en éversion qui n'empêche pas un jambier postérieur faible.

B - LES DEFORMATIONS EN INVERSION DU PIED NEUROLOGIQUE DE L'ENFANT

Elles répondent à deux mécanismes :

1) Le pied ballant :

Tous les muscles sont paralysés : pour peu qu'il soit mal surveillé, la simple pesanteur tend à créer un équin non seulement tibiotarsien mais également sous-astragalien, avec pour corollaire, tous les éléments de l'inversion, bientôt fixés par des rétractions. Cette inversion fixée interdit toute réadaptation fonctionnelle.

2) Le pied varus déséquilibré :

Il nait de l'antagonisme entre une loge postérieure indemne et des loges antérieure et externe paralysées, en particulier muscles péroniers et extenseur commun. On concoît aisément l'apparition d'une inversion bientôt fixée.

Ces deux cadres de pied valgus et de pied varus sont simples et de compréhension aisée.

Essayons maintenant d'envisager

C - LES ABOUTISSANTS SOUS-ASTRAGALIENS D'UN PIED EQUIN

Le jambier antérieur est paralysé.

Le triceps actif et bientôt rétracté.

Comment prévoir l'avenir de ce pied équin souvent utile pour compenser un raccourcissement ou verrouiller un genou ?

Le risque est la compensation de cet équin dans l'articulation sous-astragalienne par départ en éversion du bloc calcanéo-pédieux et création d'un pied plat valgus.

Un seul muscle peut, et suffit à prévenir ce risque : c'est le jambier postérieur, verrouilleur de l'éversion.

Ce fait justifie que l'on respecte les équins bénéfiques quand un jambier postérieur puissant est là pour contrebalancer les contraintes lors de la marche.

En effet, lors de la marche, la recherche d'une flexion dorsale ne peut s'effectuer que dans l'articulation sous-astragalienne par un mouvement d'éversion. Celui-ci ne sera possible qu'en l'absence d'un jambier postérieur actif.

D - APRES L'EVERSION, TENTONS D'ANALYSER LES ABOUTISSANTS DU PIED TALUS SUR LA SOUS-ASTRAGALIENNE

1) Nous n'insisterons pas sur le pied talus direct : la paralysie tricipitale sur un pied aux muscles par ailleurs équilibrés, crée un talus calcanéen direct, un creux plantaire dû à la verticalisation de l'arrière-pied.

2) Le pied talus valgus implique la notion de malposition sous-astragalienne associée. En plus du talus calcanéen, il existe une luxation en éversion de l'articulation sous-astragalienne, éversion qui s'est produite en raison du déséquilibre entre jambier postérieur paralysé et muscles éverseurs actifs, en particulier le long péronier latéral. Ce fait doit nous mettre en garde contre la tentation d'une réanimation du triceps par un jambier postérieur lorsqu'on ne fait pas d'arthrodèse sous-astragalienne associée.

Ces deux exemples de pied équin et de pied talus nous font concevoir l'importance du triceps et celle du jambier postérieur. Que le triceps soit actif ou paralysé, on a toujours en l'absence de jambier postérieur, une composante d'éversion représentée par la réduction de hauteur du tarse postérieur, due au contre-appui du sol lors de la mise en charge ou à la rétraction des releveurs du pied.

Cette composante entraine tous les autres mouvements de l'éversion selon les mécanismes que nous avons étudiés.

Seul un jambier postérieur actif, inverseur complet peut contrebalancer cette éversion ou même créer une inversion.

LE TRAITEMENT DES PIEDS NEUROLOGIQUES

Il doit suivre un schéma logique calqué sur l'analyse des lésions : c'est-à-dire

1) Assurer une bonne reposition astragalo-calcanéenne par un Cavalier ou un anticavalier.
Nous en avons vu la technique : elle doit exactement corriger le vice architectural.

2) Lever les rétractions musculo-tendineuses pérénisant la malposition..

3) Lutter contre le déséquilibre musculaire.

Ces trois points, précisés par une bonne étude clinique et radiologique sont à la base de la thérapeutique comme de la pathogénie des vices architecturaux d'origine neurologique.

Voyons rapidement les applications de ce principe et leurs résultats dans les diverses déformations.

A - PIEDS PLATS VALGUS PAR PARALYSIE DES JAMBIERS

18 enfants ont été traités par :

. Cavalier

. Allongement du tendon d'Achille, nous en avons vu la nécessité

. Transplantation d'éverseurs sur le dos du pied selon un trajet direct de releveurs.

Ce triple geste réalisé 14 fois a donné 14 bons résultats contre 3 échecs sur 4 cas qui n'avaient pas bénéficié de l'allongement du tendon d'Achille ou de la transplantation.

B - PIED PLAT VALGUS PAR ACHILLE COURT

Il n'y a pas de déséquilibre transversal. Le simple allongement du tendon d'Achille associé au Cavalier a donné 2 bons résultats ; le Cavalier isolé, pratiqué 2 fois, a donné comme il était prévisible, 2 récidives méritées.

C - LE PIED VARUS EQUIN BALLANT

Nous avons vu la nécessité de sa correction dans un but d'adaptation fonctionnelle.

Le grand allongement interne et postérieur avec effet anticavalier a donné ici 4 résultats morphologiques très bons et un assez bon, résultats satisfaisants qu'une bonne surveillance orthopédique peut seule maintenir.

D - LE PIED VARUS EQUIN PAR PARALYSIE DES MUSCLES VALGISANTS

doit également faire l'objet de s 3 temps du geste chirurgical :

. anticavalier avec son temps de
. libération et d'allongement
. transplantation de rééquilibration, ou mieux quand cela est possible, la moitié externe du jambier antérieur sur le bord externe du pied.

E - CHEZ L'ADULTE, LE PIED PLAT VALGUS ET LE PIED VARUS EQUIN NEUROLOGIQUE

répondent aux mêmes principes pathogéniques que les malpositions correspondantes de l'enfant.
Mais la réductibilité congruente a disparu : la reposition simple du bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale n'est plus possible et force est de recourir à la double arthrodèse. Celle-ci doit être menée selon les principes édictés, c'est-à-dire à partir d'une reposition astragalo-calcanéenne en bonne place. Il faut noter qu'ici les transplantations musculaires n'auront plus qu'un rôle

CONCLUSION

Nous avons pu rattacher la plus grande partie des malpositions et malformations secondaires de l'arrière-pied à un mécanisme unique qui repose sur deux notions :

- la première est la confirmation d'un jeu articulé précis de l'articulation sous-astragalienne. Son mécanisme s'interprête comme le glissement l'une sur l'autre, de surfaces articulaires qui représentent des segments analogues de deux cônes de révolution coaxiaux, opposés par leurs sommets.

- la deuxième notion est la conception d'un bloc calcanéo-pédieux dont l'orientation et la morphologie dépendent directement de la position du calcanéum sous l'astragale.

Le but du travail que nous avons réalisé pour préciser ces deux notions est double :

- analyser avec précision les déformations de l'arrière-pied et leurs deux éléments :
  - . malposition primaire
  - . déformation osseuse secondaire.

- Insister sur le rôle fondamental du rétablissement des rapports normaux entre l'astragale et le calcanéum dans la chirurgie du pied : C'est à ce niveau que se trouve le fait pathologique dominant d'une grande partie des malpositions et malformations du pied.
Le rétablissement des rapports anatomiques normaux, ou reposition du calcanéum avec le bloc calcanéo-pédieux sous l'astragale, est la règle fondamentale de la chirurgie de ces vices architecturaux.
Transgresser cette règle, c'est s'exposer à ne traiter que l'accessoire en négligeant l'essentiel.

Vu le Doyen

M. Le Professeur BETOURNE

Vu le Président de Thèse

M. Le Professeur R. JUDET

Vu et permis d'imprimer

Le Président de l'Université : Monsieur J. FREZAL

BIBLIOGRAPHIE

ALLENBACH E. Le traitement chirurgical du pied plat
Revue d'Orthopédie. Tome 15, n°6, 1928

BARCAT et PREYSSAS. Le rôle des transplantations tendineuses dans le pied bot varus équin congénital.
Journal de Chirurgie, janv. 1960, 79, 1, p.29 à 41.

BERGMAN G.A. Die Bendeutung Der innendrehung der untershenkel für die entevicklung des senk-knickfubes mit der angabe einer mesmethode der untershenkeltorsion und mitteilung von mesergebnissen.
Zschr Orthopedic, juil.1962, 96,n°2, 177-186.

CRENSHAW J.M. Traité de Chirurgie Orthopédique de la Clinique Campbell.
p.1487-1488, p.1631-1652.

DUCROQUET et LAUNAY. Arthrodèse du pied.
Presse Médicale, 30 VI, 1903.

DWYER F.C. Osteotomy of the calcaneum for pes cavus.
J.B.J.S. 41 B, n°1, fev. 1959.

DWYER F.C. Treatment of relapsed club foot.
Proc. Roy. Soc. Med., vol.61, Aug. 68, 783.

DWYER F.C. The treatment of relpsed club foot by the insertion of a wedge into the calcaneum.
J.B.J.S. 45 B, 67, 75.

DWYER F.C. Osteotomy of calcaneum in treatment of pes cavus.
J.B.J.S. 39 B, n°1, Feb. 1957, 163.

EVANS D. Relapsed club foot
J.B.J.S. B, Nov. 1961.

EVANS D. Treatment of the unreduced or "relapsed club foot" in older children.
Proc. Roy. Soc. Med. vol 61, Aug. 68, 782.

EVANS D. Calcaneo-valgus deformity
J.B.J.S. 57 B, n°3, Aug. 1975.

EYRE BROOK A.L. Congenital vertical talus.
J.B.J.S. 49 B, nov. 1967, 618-627.

FARABEUF L.H. Précis de manuel opératoire
Masson Ed. Paris 1889
"Interventions dans les pieds bots", p.834-874.

GRICE D.S. An extra-articular arthrodesis of the subastragalar joint for correction of flat feet in children.
J.B.J.S. 1952, 34 A.

HALL j.c. SALTER R.B, BHALLER S.K (TORONTO)
Congenital short tendo calcaneus
J.B.J.S. 49 B, n°4, nov. 1967, 695-697.

HARK . Pied convexe par subluxation congénitale de l'astragale
J.B.J.S. 32 A, n°2, 1950.

HARRIS . Peroneal spastic flat foot
J.B.J.S. 47 A, n°8, dec.1965.

HARROLD . Congenital vertical talus in infancy.
J.B.J.S. 49 B, nov. 1967, 634-643.

HERNDON et HEYMAN. Problems in the recognition and treatment of congenital convex pes valgus.
J.B.J.S. 45 A, n°2, mar.1963.

IRANI R.N. , Mrs M.S. SCHERMAN. The pathological anatomy of club foot.
J.B.J.S. 45 A, n°1, janv. 1963, 45-51.

JORRING Knud et Leif CHRISTIANSEN. Congenital club foot.
Acta Orthop. Scand. 46, 152-160, 1975.

JUDET Jean. Traitement du pied bot varus équin congénital de l'âge de 2 à 6 ans.
Communication à la S.I.C.O.T. XIe Congrès, Oct.1969.

JUDET Jean. Le pied du nouveau-né et du nourrisson.
Kinésithérapie Scientifique. n°121, janv.1975.

JUDET Jean, et JUDET Robert. Traitement du pied bot varus équin congénital chez l'enfant de 2 à 5 ans.
Mém. de l'académie de Chirurgie, 86, 6-7, 1960.

JUDET Robert. Traitement chirurgical des pieds bots de l'adulte.
Thèse Paris 1937.

JUDET Jean, JUDET Robert et RIGAULT P. Possibilités de correction chirurgicale des malpositions de s os du pied.
Presse Med. 22 janv. 1966, Tome 74, n°4, 157-159.

JUDET Jean et Robert. Greffe inter-astragalo-calca néenne.
R.C.O. 45, n°2, 1949.

JUDET Jean, L. RAYNAL et P. RIGAULT. Traitement des pieds bots varus équin rebelles ou récidivés chez les enfants âgés de 18 mois à 6 ans.
Acta Orthop. Belg. 1967, 33, 866-888.

JUDET Robert et RIGAULT P. La remise en selle de l'astragale ou opération du Cavalier dans le traitement des pieds plats valgus de l'enfant.
Actual. Chir. Orthop. de l'hôpital R. Poincaré, Tome V, 1966..

JUDET Robert et KLISZOSWSKI. Les transplantations tendineuses dans les pieds équins poliomyélitiques.
Presse Med. 74e année, n°1, janv.1966, p.7-9.

KAPANDJI. Physiologie articulaire.
Maloine Ed. fasc. 2.

KEHR, LANG et JOUNG. Opération du Cavalier et transposition du jambier antérieur dans le pied plat et les pieds valgus.
Ann. Chir. dec.1974, n°12, 1057-1062.

KITE J.H. Some suggestions on the treatment of club foot by casts.
J.B.J.S. 45 A, n°2, mar. 1963, 406-412.

LECENE et LERICHE. Traité de thérapeutique chirurgicale.
Masson Ed. 1926, tome 1, 626-628.

LEDOS. Architecture et géométrie du pied
Paris 1956.

LELIEVRE J. Pathologie du pied.
Masson ED; 1970, p,175-258.

LEVŒUF Le traitement du pied valgus convexe congénital.
Rev. Orthop. Tome 27, n°3-4, mai-août 1941.

LLOYD Roberts. Congenital Club foot.
J.B.J.S. 46 B, n°3, Aug. 64

LLOYD Roberts. Congenital vertical talus.
J.B.J.S. 40 B, n°1, 53, 1958.

LOMBARD P. Le traitement du pied bot congénital n'est pas d'ordre chirurgical, il est d'ordre fonctionnel.
Mem. Acad. Chir. 86, n°26-27.

MASSE, TAUSSIG et BAZIN. Ostéotomie cunéiforme externe du calcanéum dans le traitement du pied bot varus équin.
R.C.O. 60, n°2, 135-149.

MEARY . Symposium sur le pied creux essentiel.
R.C.O. juil. août 1967, 53, n° 5, 389-467.

MEARY, LACHERETZ et RIGAULT. Symposium sur le pied plat.
Ann. Orthop. de l'Ouest. Tome 1, 69, p.57-71.

MOREAU J.P. Contribution à l'étude du pied valgus convexe congénital.
Thèse Paris 1936.

MEYER J.M. Arthrographie de l'articulation sous-astragalienne postérieure et du Chopart.
Thèse Genève 1973.

NIERDERECKER. Eigene methode zur operativen plattfüss behandlung
VIIe Congrès International de Chirurgie Orthopédique, p.686-691.

OBERLIN S. Traité de technique chirurgicale
Masson Ed. 1944, tome T.1, § 4, 1057-1078.

NOVE-JOSSERAND. Formes anatomiques du pied plat.
Rev. Orthop. 3e série, T.10, n°2, mars 1923.

OMBREDANNE et FEVRE. Précis clinique et opératoire de chirurgie infantile.
Masson Ed. Paris 1949, p.961-1027.

PONSETI et E.M. SMOLEY. Congenital club foot the results of the treatment
J.B.J.S. 45 A, n°2, mars 1963, 261-275.

POULIQUEN J.C. Etude anatomo-pathologique, diagnostique et thérapeutique du pied convexe congénital.
Thèse Paris 1970.

REGNAULT. Techniques chirurgicales du pied.
Masson ED. 1974, 82-113.

RIGAULT P. et POULIQUEN J.C. Le pied convexe congénital.
Ann. de Chir. Infantile, T.11, n°4, juil. août 1970, 261.
(1)

ROUVIERE. Anatomie humaine
Masson Ed.

SILK F.F and WAINWRIGHT. The recognition and treatment of congenital flat foot in infancy.
J.B.J.S. 49 B, n°4, nov.1967, 628-633.

SINGER M. Tibialis anterior transfert in congenital club foot.
J.B.J.S. 4O B, n°2, May 1958, 252-255.

STEINDLER. The treatment of pes cavus.
Arch. of Surg. 2, 325, 1921.

STEWART S.F. Dysplasia of tendon of feet as cause of congenital deformity.
J.B.J.S. 39 B, n°1, 1957.

WYNNE - DAVIS Ruth. Family studies of the cause of congenital club foot.
J.B.J.S. 46 B, n°3, août 1964, 445-464.

WYNNE-DAVIS Ruth. Talipes equino varus.
A review of eighty four cases after completion of treatment.
J.B.J.S. 46 B, n°3, Aug. 1964, 464-476.

(1) ROCHER H. et POUYANNE L. Pied plat congenital.
Bordeaux Chirurgical, 5-4, 249, 1923